

علم الصناعة الإنصالات الإنصالات



للصف الثاني الثانوي الصناعي



علم الصناعة الإنتهالية

للصف الثاني الثانوي الصناعي

تأليف

م. عثمان يونس السويطي م. علي عبد دالله عيسى

م. أحمد عيسى عبد الرحمن م. محمود يوسف العبادي

الناشر وزارة التربية والتعليم المديرية العامة للمناهج قررت وزارة التربية والتعليم تدريس هذا الكتاب في جميع مدارس المملكة الأردنية الهاشمية بموجب قرار مجلس التربية والتعليم رقم ١٩٩٧ / ٥٩٠ تاريخ ٢٦ / ٨ / ١٩٩٥ اعتباراً من العام الدراسي ١٩٩٦ / ١٩٩٧ .

جميع الحقوق محفوظة لوزارة التربية والتعليم عمان - ص.ب (١٩٣٠)

لجنة التوجيه والإشراف على التأليف

د. محمد كامل عبد العزيز/ رئيساً د. سامي إبراهيم سرحان م. جميل كامل غانم عبدالله محمود الهور/ مقرراً

التحرير العلمي: م. عبدالله الهور

التحرير اللغوي : فوزات نفاع

التحرير الفنى: نرمين داود العزة

التصميم : هاني مقطش

دقق الطباعة: م. أحمد عيسى عبد الرحمن

راجعها : م. عبدالله الهور

JSBN: 111-941213-4

قائمة الحتويات

| الصفحة | الموضوع |
|------------|--|
| ١ | المقدمة |
| | الفصل الدراسي الأول |
| ٤ | الوحدة الأولى: التضمين والكشف |
| ٥ | أولاً : التضمين وأهميته |
| ٥ | ثانياً: أنواع التضمين |
| 17 | ثالثاً: الارسال المتعدد |
| ۲. | رابعاً: تشكيل الإطار |
| 71 | خامسا: تشكيل الإطارات المتعددة |
| 71 | سادساً: التجميع الرقمي |
| 7 5 | سابعا: أنظمة الكبول |
| 70 | ثامناً: المذبذب الرئيس |
| 77 | أسئلة وقرينات |
| 79 | الوحدة الثانية: الهوائيات وانتشار الموجات |
| ٣. | أولاً : أنواع الموجات الكهرمغناطيسية |
| ٣١ | ثانياً: طبقات الأيونوسفير |
| ٣٤ | ثالثاً: الاستقطاب |
| ٣٥ | رابعاً: حساب التردد وطول الموجة |
| ٣٥ | خامساً: الهوائيات |
| ٣٩ | أسئلة وتمرينات |
| ٤١ | الوحدة الثالثة: أجهزة الاستقبال الاذاعي |
| 7 | |
| ٤٢ | ثانياً: جهاز الإرسال |
| ž 1 ž ž | ثالثاً: جهاز الاستقبال سوبرهيتروداين تضمين اتساع |
| £ 0 | رابعاً: نطاق ترددات البث الإذاعي |
| £0 | خامساً : جهاز الاستقبال الإذاعي سوبرهيتروداين تضمين تردد |
| ۶۵ ٤٧ | سادساً: الضجيج |
| 2 V 2 A | سابعاً: العوامل التي تحدد جودة جهاز الاستقبال |
| £ 9 | ثامناً: جهاز الاستقبال منخفض الضجيج |
| ٤٩ | أسئلة وتمرينات |

| الصفحة | الموضوع |
|------------|--|
| | |
| 0 * | الوحدة الرابعة: أجهزة الهاتف |
| ٥١ | أولاً : جهاز هاتف الكبسات |
| 00 | ثانياً: أجهزة الهاتف ذوات الترقيم النبضي |
| ٥٦ | ثالثاً: جهاز الهاتف بذاكرة |
| ٠ | رابعاً: نظام الاتصال الداخلي |
| ٠ | خامساً: جهاز الهاتف اللاسلكي |
| ٧٢ | أسئلة وتمرينات |
| | الفصل الدراسي الثاني |
| ٧٦ | الوحدة الخامسة: المقاسم |
| VV | أولاً إِ: تطور المقاسم |
| V V | ثانياً: مبدأ عمل المقاسم الآلية |
| ٧٨ | شالشاً: أنواع المقاسم |
| ۸٧ | رابعاً: أنظمة الإشارة في المقاسم العامة |
| ۸۹ | خامساً: طرق التحكم بالمقاسم الإلكترونية |
| ٩١ | سادساً: أنظمة الترقيم |
| ٩٢ | سابعاً: المحاسبة والعدادات |
| ٩٣ | شامناً: المقاسم الفرعية |
| ٩٦ | أسئلة وتحرينات |
| ٩٩ | الوحدة السادسة: التلغراف والناسوخ ونقل المعلومات |
| \ • • | أولاً : التلغراف |
| 1.7 | ثــانيـــاً: المبرقة |
| ١٠٤ | ثالثاً: دارات التلغراف |
| 1.7 | رابعاً: نظام التلكس |
| ١٠٩ | خامسا: الناسوخ |
| ١١٤ | سادسا: شبكات نقل البيانات |
| ١١٨ | سابعا: ترميز البيانات |
| 17 | ثــامنــا : مقاسم الحزم |
| 177 | تاسعا: شبكه البيانات المحلية |
| 170 | أسئلة وتمرينات |

| الصفحة | الموضوع |
|--------|---|
| 177 | الوحدة السابعة: الاتصالات المحمّلة |
| 171 | أولاً : شبكات الاتصالات المحمّلة |
| 179 | ثـانيــاً: الأنظمة الميكرووية |
| 150 | ثالثاً: الاتصالات الفضائية |
| 189 | رابعكاً: الاستقبال التلفازي البيتي عبر الأقهار الصناعية |
| 1 8 . | خامساً: هواتف السيارات |
| 1 2 7 | سادساً: الهواتف الخلوية |
| 1 & & | أسئلة وتمرينات |
| 187 | قائمة المصطلحات |
| 100 | المراجع |

| | • • | | | |
|---|-----|---|--|--|
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | • | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| • | | • | | |
| | | | | |
| | | | | |

كان تطوير التعليم المهني من أولويات خطة التطوير التربوي التي تنفذها وزارة التربية والتعليم. ويأتي كتاب علم الصناعة/ تخصص الاتصالات للصف الثاني الثانوي الشامل المهني وفق المنهاج الذي أعدته الوزارة، ومكملاً للكتاب الذي درسته سابقاً في الصف الأول الثانوي لتنفيذ تلك الخطة، في الوقت الذي تشهد فيه الاتصالات تطوراً هائلاً ليس من السهل مواكبته.

لقد عرضت مادة هذا الكتاب بأسلوب يثير اهتهام الطالب، ويجعله يفكر في كيفية عمل المكونات المختلفة لـلأجهزة، آخذين بالاعتبار أن يكون للطالب دور أساسي في عملية التعليم، بينها يكون دور المعلم فيها موجهاً ومرشداً.

ويتكون هذا الكتاب من فصلين، وتضمن الفصل الأول أربع وحدات، حيث ناقشت الوحدة الأولى مفهوم التضمين والكشف وأنواعه المختلفة مثل: تضمين الاتساع والتردد، والتضمين الرقمي، والإرسال المتعدد. أما الوحدة الثانية فقد ناقشت انتشار الموجات الكهرمغناطيسية، وأنواع الموائيات وخصائصها. وناقشت الوحدة الثالثة أجهزة الاستقبال الإذاعي تضمين اتساع وتضمين تردد، وكذلك العوامل التي تحدد جودة جهاز الاستقبال. وأخيراً ناقشت الوحدة الرابعة أجهزة الهاتف الحديثة، وأنظمة الاتصال الداخلي، وجهاز الهاتف اللاسلكي.

أما الفصل الثاني فيتضمن ثلاث وحدات، حيث ناقشت الوحدة الخامسة تطور المقاسم، والمقاسم الإلكترونية والرقمية الحديثة، وكذلك أنظمة الترقيم، وطرق التحكم بالمقاسم الإلكترونية، والخدمات التي تقدمها المقاسم الإلكترونية، والمقاسم الفرعية. أما الوحدة السادسة فقد ناقشت نظام التلغراف والتلكس والناسوخ وطرق نقل البيانات، وكذلك أنواع شبكات نقل البيانات المختلفة، وطرق الترميز المستخدمة. وأخيراً ناقشت الوحدة السابعة الشبكات التشابهية والرقمية، وأنظمة الميكروويف والاتصالات الفضائية والإرسال التلفازي البيتي، وهواتف السيارات والهواتف الخلوية.

وقد اهتم الكتاب بحداثة المعلومات العلمية، ولذلك فقد استخدمنا بعض المعلومات التي ترد في كثير من (الكتالوجات) والكتب الفنية للأجهزة المختلفة، كما اهتم بالناحية العملية، لذلك فقد استعرضنا في كثير من الوحدات المفاهيم الحديثة المستخدمة لإجراء عمليات الفحص، وتحديد الأعطال واستبدال القطع لتزويد الطالب بالمفاهيم الفنية، وإكسابه المهارات العملية في مجال الاتصالات للوصول به إلى مستوى العامل المهني الذي يلبي حاجة السوق من القوى العاملة المدربة، والقادرة على صيانة أجهزة الاتصالات وإصلاحها.

احتوى الكتاب على قائمة بالكتب التي يمكن الرجوع إليها لتلبية طموح المعلمين والطلبة. كما اشتملت وحدات الكتاب على الأسئلة المناسبة للمعلومات الواردة في كل وحدة، وعلى قائمة بالمصطلحات العلمية المستخدمة.

وأخيراً فإننا نأمل من زملائنا المعلمين تزويد وزارة التربية والتعليم بملاحظاتهم للاستفادة منها في تطوير الكتاب.

والله ولي التوفيق

الفصل الدراسي الأول

التضمين والكشيف (MODULATION AND DEMODULATION)

الوحدة الأولى

تنقل وسائل المواصلات أكثر من مسافر واحد في الوقت نفسه، فهل فكرت كيف يمكن نقل العديد من المكالمات الهاتفية على خط واحد وفي وقت واحد؟ وكيف يمكن لموجة راديوية أن تحمل أنواعاً مختلفة من المعلومات؟

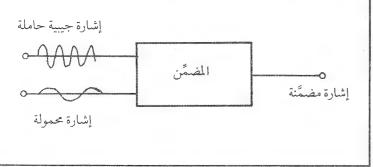
التضمين يجيب عن الأسئلة السابقة، وهو في أبسط معانيه عملية تحميل إشارة معلومات؛ تسمى الإشارة المحمولة على إشارة أخرى ذات خواص مختلفة ومرغوب فيها تسمى الإشارة الحاملة. أما الكشف فهو عملية فصل الإشارة المحمولة عن الإشارة الحاملة بعد وصولها إلى المكان المطلوب. ويتوقع منك بعد دراسة هذه الوحدة أن تكون قادراً على أن:

- ١ توضح أهمية التضمين.
- ٢ تقارن بين الأنواع المختلفة من تضمين الاتساع وأهميتها.
 - ٣ تُبيّن طرق كشف تضمين الاتساع.
 - ٤ تتعرف تضمين التردد وطرق كشفه.
 - ٥ تحدد أهمية استخدام التضمين النبضي والرقمي.

التضمين وأهميته

درست سابقاً أن الإشارة الجيبية تتكرر بالطريقة تفسها مع الزمن، وقد تسأل: هل يمكن تغيير إحدى خواص الإشارة الجيبية المنتظمة بطريقة مشابهة للإشارة المحمولة؟

يعرف التضمين بأنه تلك العملية التي يتم بوساطتها تغيير خواص الإشارة الحاملة المنتظمة (جيبية مثلاً) تبعاً لتغيرات الإشارة المحمولة (صوتية مثلاً). وتتم هذه العملية باستخدام دارة إلكترونية تسمى دارة المضمّن. ويوضح الشكل (١-١) مفهوم التضمين.



الشكل (١-١): مفهوم التضمين.

وأما خواص الإشارة الحاملة التي يمكن تغييرها فهي على سبيل المثال الاتساع أو التردد.

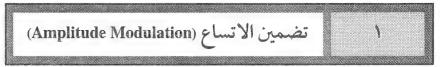
وبصورة عامة يمكننا القول: إن التضمين هو نقل الإشارة ذات التردد المنخفض إلى مجال ترددات أعلى، وبالتالي فإنها تكتسب خواص الإشارة الحاملة. ولكن ما أهمية ذلك؟

تكمن أهمية التضمين فيها يأتي:

- ١ نقل عدد من الإشارات ذات التردد المنخفض محمّلة على إشارات ذات ترددات أعلى، بحيث يمكن نقلها جميعاً في خط النقل نفسه، ودون حدوث تداخل بينها.
- ٢ إن كفاءة الهوائيات المستخدمة لإشعاع الموجات الكهرمغناطيسية تعتمد على نسبة طول الهوائي إلى طول الموجة التي يشعها، فمثلاً لإشعاع إشارة محمولة ترددها (١) كيلو هيرتز مباشرة دون تضمين، فإن الهوائي المناسب يكون طوله (١٥٠) كيلومتراً، نظراً لأن طول الموجة كما سيتضح لاحقاً يساوي (٣٠٠) كيلومتر. وبذلك يمكن التضمين من تصميم هوائيات ذات كفاءة عالية، وبأبعاد مناسبة عند الترددات العالية، كما سيتضح في الوحدة اللاحقة.

ثانياً أنواع التضمين

يُصنَّف التضمين تبعاً للتغيير في خواص الإشارة الحاملة، ولذلك توجد الأنواع الآتية من التضمين:



يعرف تضمين الاتساع بأنه تلك العملية التي يتم بوساطتها تغيير اتساع الإشارة الحاملة تبعاً لتغيرات اتساع الإشارة المحمولة، مع الإبقاء على تردد الإشارة الحاملة ثابتاً.

وكنتيجة لعملية التضمين، فإن الإشارة الناتجة هي إشارة مضمَّنة تتضمن الإشارة الحاملة والمحمولة. أما أبسط دارات التضمين هي المكونة من ثنائي ومقاومة ومرشح، كما هو موضح في الشكل (١-٢).

انظر إلى الشكل (١-٢) وأجب عن الأسئلة الآتية:

على ماذا يعتمد فرق الجهد بين طرفي الثنائي (D)؟ ما العلاقة بين التيار في الثنائي وفرق الجهد بين طرفيه؟

 $v_c = V_c \sin 2\pi f_c t$ إذا افترضنا أن الإشارة الحاملة هي:

 $v_m = V_m \sin 2\pi f_{m\ t}$: والإشـــارة المحمولــة هـــي

حيث Vc: الاتساع الأقصى للإشارة الحاملة.

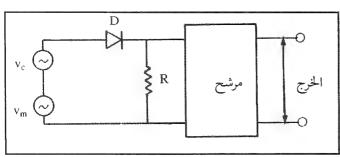
V_m : الاتساع الأقصى للإشارة المحمولة.

· vc : القيمة اللحظية لاتساع الإشارة الحاملة.

v_m : القيمة اللحظية لاتساع الإشارة المحمولة.

fc: تردد الإشارة الحاملة.

f_m : تردد الإشارة المحمولة.



ولأن العلاقة بين التيار المار في الثنائي وفرق الجهدبين الشكل (١-٢): مخطط تمثيلي لدارة المضمّن

طرفيه غير خطية، وأن التيار المار في الثنائي والمقاومة (R) يعتمد على فرق الجهد بين طرفي الثنائي المكون من المجموع الجبري (vc+vm)، فإن فرق الجهد على طرفي المقاومة (R) الذي هو جهد الخرج هو إشارة مضمَّنة يتغير اتساعها، وتحتوي على ترددات جديدة، كها هو موضح في الشكل (1-٣).

وتعرف النسبة بين الاتساع الأقصى لـ الإشارة المحمولة (Vm) والاتساع الأقصى للإشارة الحاملة (V) بمعامل التضمين (m) أي أن:

$$m = \frac{Vm}{Vc}$$

وعادة تكون قيمة (m) أقل من الواحد الصحيح.

مكونات الإشارة المضمَّنة اتساعياً:

انظر إلى الشكل (١-٣)، ما الترددات الموجودة في الإشارة المضمنة؟

إن تحليل المحتوى الترددي للإشارة المضمنة اتساعياً يعطينا ثلاثة مكونات رئيسة هي:

١ - الإشارة الحاملة.

٢ - مكونة جديدة ترددها يساوي مجموع تردد الإشارة الحاملة وتردد الإشارة الحاملة وتردد الإشارة المحمولة (f_c+f_m) وتسمى النطاق

الجانبي العلوي (Upper Side Band: USB).

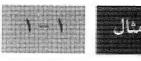
الاتساع الاتساع الاتساع التردد f m الاشارة المحمولة الاتساع التردد f c الاتساع التردد ألجانبي النطاق الاتساع النطاق الاتساع النطاق المنابي الجانبي المباني المباني المباني المباني المباني السفلي المباني الم

الشكل (١-٣): أشكال الإشارات والمكونات الترددية للإشارة المضمّنة في عملية تضمين الاتساع

٣ - مكونة أخرى ترددها يساوي الفرق بين تردد الإشارة الحاملة وتردد الإشارة المحمولة (fc-fm) وتسمى النطاق الجانبي السفلي

(Lower Side Band: LSB) كما هو موضح في الشكل (١-٣).

وم اتجب ملاحظته أن اتساعات النطاقين الجانبين متساوية، وتعتمد على معامل التضمين، وأن النطاقين الجانبيين يحتويان على الإشارة المحمولة المراد إرسالها باستخدام تضمين الاتساع.



إذا كان تردد الإشارة المحمولة = (١٠٠٠) هيرتز = (١) كيلو هيرتز. وتردد الإشارة الحاملة = (١٠٠٠) كيلو هيرتز. احسب تردد النطاقين الجانبيّين.



تردد النطاق الجانبي العلوي = (۱۰۰۰) = (۱۰۰۱) كيلو هيرتز.

وتردد النطاق الجانبي السفلي = (١٠٠٠) = (٩٩٩) كيلو هيرتز.

أما إذا كانت الإشارة المحمولة تحتوي على أكثر من تردد، فإن كل تردد يعطي نطاقين جانبيين بعد التضمين. فمثلاً إذا كان خرج (الميكروفون) الإذاعي يحتوي النطاق (٣٠٠-٤٥) هيرتز، كما هو الحال في الإذاعة التي تستخدم التردد الحامل (٨٠١) كيلو هيرتز، فإننا نحصل على المكونات الآتية:

۸۰۱,۳=۰,۳+۸۰۱ کیلو هیرتز.

 $\Lambda \cdot \Lambda + 0$, $\delta = \delta$, $\delta + \Lambda \cdot 1$ کیلو هیرتز.

وبذلك فإن ترددات النطاق الجانبي العلوي هي: (٣, ١ ٠٨-٥, ٥٠٨) كيلو هيرتز.

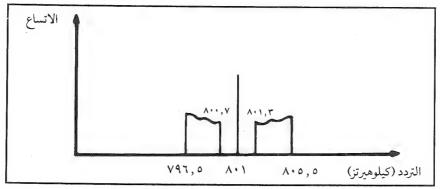
۸۰۰۱ - ۳-۸۰۱ کیلو هیرتز

۸۰۱-۵ و ۱ = ۵ و ۷۹۶ کیلو هیرتز.

وأيضاً فإن ترددات النطاق الجانبي السفلي هي: (٧٩٦,٥-٨٠٥) كيلو هيرتز.

بالإضافة إلى الإشارة الحاملة (٨٠١) كيلو هيرتز.

ويوضّح الشكل (١-٤) مكونات الإشارة المضمّنة الناتجة من تضمين الاتساع، كما هو مستخدم في الإذاعة.



الشكل (١-٤): مكونات الإشارة المضمنة تضمين اتساع كما هو مستخدم في الإذاعة

ركّب دارة كهربائية عملية للمضمّن الموضح في الشكل (١-٢) في المشغل، ثم ادرس شكل إشارة الخرج بوساطة راسم الإشارة.

أنواع تضمين الاتساع

يُصنّف تضمين الاتساع تبعاً لطريقة اختيار المكونات الرئيسة في خرج المضمّن بـوساطة المرشح، وستدرس الأنـواع الرئيسة الآتية:

أ - تضمين الاتساع ذو الحاملة الكبيرة والنطاقين الجانبيين (Large Carrier - Double Side Band: LC-DSB)

يسمح هذا النوع من التضمين بمرور الإشارة الحاملة والنطاقين الجانبيين العلوي والسفلي، وبها أن قدرة الإشارة تتناسب مع مربع اتساعها، فإن قدرة الإشارة الحاملة كبيرة بالمقارنة بالقدرة في النطاقين الجانبيين.

إن عرض نطاق الإشارة المضمّنة من هذا النوع يساوي مجموع النطاقين الجانبيين العلوي والسفلي، وتتكرر الإشارة المحمولة مرتين في هذا النطاق. يستخدم هذا النوع حزم الترددات المخصصة للإرسال الإذاعي بطريقة غير اقتصادية، وهو شائع الاستعال في البث الإذاعي. ويوضح الشكل (١-٢) دارة هذا المضمّن.

ب - تضمين الاتساع ذو النطاقين الجانبين والحاملة المحذوفة (Double Side Band - Suppressed Carrier: DSB-SC)

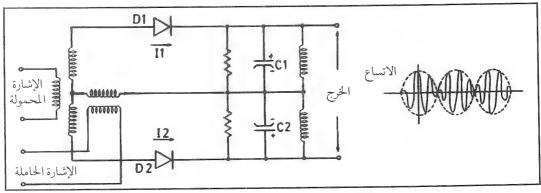
لما كانت الإشارة الحاملة لا تتضمن أي معلومات، فإن حذفها من الإشارة المضمّنة (منعها من المرور) لا يؤثر في نقل الإشارة المحمولة. ويسمى المضمِّن الذي يحذف الإشارة الحاملة المضمِّن المتوازن (Balanced Modulator). وبسبب حذف الإشارة الحاملة ذات القدرة الكبيرة، فإن ذلك يوفر قدراً كبيراً من الطاقة الكهربائية المستهلكة. ويوضح الشكل -(١-٥) المضمّن المتوازن.

إن المبدأ الأساسي للمضمّن المتوازن هو توصيل الإشارة الحاملة بطريقة متهاثلة إلى الثنائيين (D1, D2).

انظر إلى الشكل (١-٥)، وأجب عن السؤال الآتي:

ما خرج المضمّن المتوازن إذا كانت الإشارة المحمولة غير موجودة في المدخل؟.

إذا كان الثنائيان متهاثلين تماماً، ولا توجد إشارة محمولة في المدخل، فإن خرج المضمّن يكون صفراً؛ لأن المواسعين (D1, D2) يشحنان بشحنتين متساويتين ومختلفتين.



الشكل (١-٥): المضمِّن المتوازن وإشارة خرجه

أما عند توصيل الإشارة المحمولة، فإن فرق الجهد بين طرفي أي ثنائي يعتمد على المجموع الجبري لاتساع الإشارتين الحاملة والمحمولة. وبسبب طريقة ربط الإشارة المحمولة لا يمرر الثنائيان تيارات متساوية، مما يؤدي إلى ظهور خرج على المضمّن يحتوي على النطاقين الجانبين العلوي والسفلي، ولا يحتوي على الإشارة الحاملة، كما هو موضح في الشكل (١-٥).

ج - تضمين الاتساع ذو النطاق الجانبي الواحد والحاملة المحذوفة (Single Side Band - Suppressed Carrier: SSB- SC) قد تسأل: كيف يمكن الحصول على نطاق جانبي واحد؟

إن استخدام مرشح تمرير ذي نطاق مناسب يسمح بمرور النطاق المطلوب، بينها يحجب النطاق الآخر، يمكننا من الحصول على نطاق معين. ويوضح الشكل (١-٦) المخطط الصندوقي لمضمّن الاتساع ذي النطاق الجانبي الواحد والحاملة المحذوفة.



الشكل (١-٦): مخطط صندوقي لمضمّن الاتساع ذي النطاق الجانبي والحاملة المحذوفة

النشاط ١ - ٢

ركّب في المشغل دارة تضمين اتساع ذي النطاق الجانبي والحاملة المحذوفة، واكتب تقريراً عن خصائصها.

كشف تضمين الاتساع(Amplitude Modulation Demodulation

إن التضمين والكشف عمليتان متعاكستان تماماً، وبوساطة الكشف، يتم استخلاص الإشارة المحمولة من الإشارة المضمّنة. وتسمى الدارة الإلكترونية التي تقوم بهذه العملية الكاشف (Detector) أو مزيل التضمين. ويمثل الشكل (١-٧) المخطط الصندوقي للكاشف.



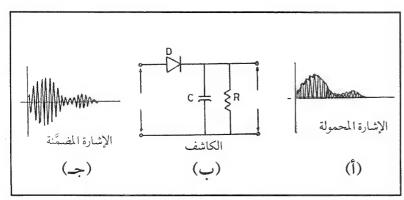
الشكل (١-٧): المخطط الصندوقي للكاشف

لقد درست سابقاً أنواعاً مختلفة من تضمين الاتساع، وستدرس لاحقاً الدارات الإلكترونية المستخدمة لكشف الأنواع السابقة من التضمين.

أ - كاشف تضمين الاتساع ذي الحاملة الكبيرة (Large Carrier Amplitude Modulation Detector)

إن الكاشف دارة من دارات أجهزة الاستقبال، كما سيتضح لك عند دراستك الوحدة الثانية. وكذلك فإن أجهزة الاستقبال السوبرهيتروداين تحول تردد الإشارة الراديوية إلى تردد آخر ثابت بغض النظر عن تردد الإشارة الراديوية المستقبلة يسمى التردد البيني؛ مما يسهل تصميم دارة الكاشف. إن أبسط دارات كاشف تضمين الاتساع ذي الحاملة الكبيرة هي المكونة من ثنائي ومقاومة مواسع، كما هو موضح في الشكل (١-٨).

انظر إلى الشكل (١-٨): ما وظيفة الثنائي (D)؟



الشكل (١-٨): دارة كاشف تضمين الاتساع ذي الحاملة الكبيرة

يعمل الثنائي (D) كمقوم؛ وذلك بتمرير الأجزاء الموجبة من إشارة التردد البيني، في حين يمنع مرور الأجزاء السالبة. يشحن المواسع (C) حتى يصل فرق جهده إلى الاتساع الأقصى لإشارة التردد البيني، ثم يفرغ في المقاومة (R) - التي تكون قيمتها عادة عالية - عندما يهبط اتساع

إشارة التردد البيني، ثم يتكرر الشحن

والتفريغ. وعلى ذلك نستطيع القول: إن جهد الخرج يتغير بطريقة تشبه تغيرات الإشارة المحمولة.

ويتم اختيار قيمة الثابت الزمني (RC) بحيث تعمل كل نبضات إشارة التردد البيني الموجبة على شحن المواسع.

ومما يجدر ذكره أن المواسع (C) يعمل أيضاً دارة قصر بالنسبة للإشارة الحاملة، وبالتالي لا تظهر تلك الإشارة في الخرج؛ أي أننا استخلصنا الإشارة المحمولة فقط.

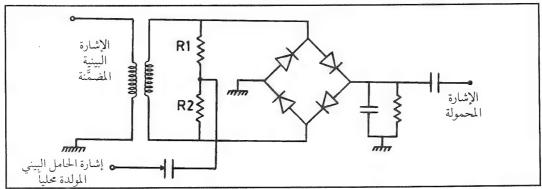
ب - كاشف تضمين الاتساع ذي النطاق الجانبي الواحد والحاملة المحذوفة

(Single Side Band-Suppressed Carrier Detector)

إذا استخدمنا الكاشف السابق لكشف تضمين الاتساع ذي النطاق الجانبي الواحد والحاملة المحذوفة، فلا يظهر في خرج الكاشف أي شيء؛ وذلك لأن المواسع الذي كان يعمل دارة قصر على تردد الإشارة الحاملة سيعمل أيضاً دارة قصر لترددات النطاق الجانبي، وعلى هذا فلا بدّ من إيجاد طريقة أخرى لكشف تلك الإشارات.

وتتلخص تلك الطريقة بأننا نولد إشارة جديدة في جهاز الاستقبال بتردد مساوٍ لتردد الإشارة البينية، وتسمى الإشارة الجديدة إشارة الحامل البيني المولدة محلياً.

تدخل الإشارة البينية وإشارة الحامل البيني المولدة محلياً إلى دارة كاشف عادي، وبذلك يعمل الكاشف عمل دارة مازج أو مضمِّن، فيعطي في خرجه النطاقين الجانبين العلوي والسفلي. وما يهمنا تأكيده هو أن النطاق الجانبي السفلي هو نطاق الإشارة المحمولة، وباستخدامنا مرشح تمرير مناسب فإننا نستخلص الإشارة المحمولة، بينها نحجب الإشارات الأخرى. ويوضح الشكل (١-٩) كاشف تضمين الاتساع ذي الحاملة المحذوفة.



الشكل (١-٩): دارة كاشف تضمين الاتساع ذو النطاق الجانبي الواحد والحاملة المحذوفة

انظر إلى الشكل (١-٩) وأجب على الأسئلة الآتية:

۱ - لاذا تكون R1 = R2 ؟

٢ - هل تتماثل الثنائيات؟

٣ - هل يتشابه هذا الكاشف مع المضمّن في الشكل (١-٥)؟

قضية للبحث

لماذا لا يُستخدم في الإرسال الإذاعي تضمين الاتساع ذو النطاق الجانبي الواحد والحاملة المحذوفة بدلاً من تضمين الاتساع ذي الحاملة الكبيرة؟

تضمين التردد (Frequency Modulation: FM)

۲

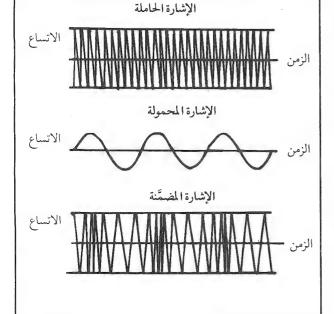
يعرف تضمين التردد (FM) بأنه العملية التي يتم بوساطتها تغيير تردد الإشارة الحمولة، بينها يبقى اتساع الإشارة الحاملة ثابتاً، كها هو موضح في الشكل يبقى اتساع الإشارة الحاملة ثابتاً، كها هو موضح في الشكل (١-١).

وكما يلاحظ من الشكل، فإنه تردد الإشارة الحاملة يزداد عبر النصف الموجب من الإشارة المحمولة، وينقص عبر النصف السالب. ويكون التغير أكبر ما يمكن عند الاتساع الأقصى الموجب للإشارة المحمولة.

يسمى مقدار التغير في تردد الإشارة الحاملة انحراف التردد (m_f) فهو (Frequency Deviation: Δf). أما معامل تضمين التردد (m_f) فهو النسبة بين انحراف التردد وتردد الإشارة المحمولة (m_f).

$$m_f = \frac{\Delta f}{f_m}$$

مكونات الإشارة المضمّنة ترددياً



الشكل (۱-۱): تضمين التردد

إنْ تحليل المحتوى الترددي للإشارة المضمَّنة ترددياً يعطينا المكونات الآتية:

أ- الإشارة الحاملة الأصلية.

 ψ إشارتان متساويتان في الاتساع وبتردد (fc-fm)، (fc-fm) حيث (fc) تردد الإشارة الحاملة، و(fm) تردد الإشارة المحمولة.

 f_{c-2f_m})، (f_{c+2f_m}

د - إشارتان متساويتان في الاتساع، وبتردد(fc-3fm)، (fc+3fm)... وهكذا. ومما يجدر ذكره أن اتساع الإشارات الجديدة يعتمد على معامل التضمين.



إذا كان تردد الإشارة المحمولة = (١٠٠٠) هيرتز، وتردد الإشارة الحاملة = (٩٠٠٠٠) كيلو هيرتز. احسب المحتوى الترددي لتضمين التردد



بعد التضمين يتم الحصول على:

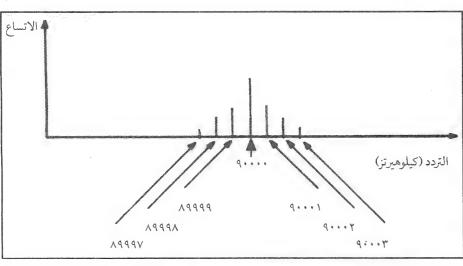
۱ - إشارة حاملة بتردد (۰۰۰۰) كيلو هيرتز.

۳ – إشارتين بتردد (۸۹۹۹۸ ، ۸۹۹۹۸) كيلو هيرتز.

۲ – إشارتين بتردد (۸۰۰۰۱، ۱۹۹۹۹) كيلو هيرتز.

٤ – إشارتين بتردد (٨٩٩٩٧، ١٩٠٠٠) كيلو هيرتز... وهكذا.

ويوضح الشكل (١-١١) المحتوى الترددي لتضمين التردد.



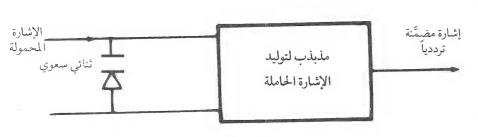
الشكل (۱-۱): المحتوى الترددي لتضمين التردد

ومن الـواضح أن النطاق الترددي لتضمين التردد أكبر بكثير من النطاق الترددي لتضمين الاتساع. وقد حدد الاتحاد الدولي للاتصالات على سبيل المثال عرض النطاق الترددي لإذاعة تضمين التردد (FM) بمقدار (۱۸۰) كيلو هيرتز. ولإيضاح مبدأ عمل مضمن التردد، فإننا سنستخدم المخطط الصندوقي كما هو موضح في الشكل (۱۲-۱).

إن مضمِّن التردد هو مذبذب لتوليد الإشارة الحاملة، يتصل على مدخله ثنائي سعوي متغير السعة الداخلية (Varactor) تبعاً لتغيرات الإشارة المحمولة، وبذلك يتغير تردد المذبذب؛ أي أننا نحصل على تضمين التردد.

وربها تسال: كيف يبقى الساع الإشارة الحاملة ثابتاً؟

تستعمل دارات التثبيت التي درستها سابقاً مع مضخات الإشارة التي تضخم الإشارة المضمنة ترددياً للمحافظة على الساع الإشارة الحاملة ثابتاً.



الشكل (١-١١): مضمِّن التردد

قارن بين الصوت الذي تسمعه من إذاعة (FM) الأردنية والصوت الذي تسمعه من إذاعة (AM) الأردنية.

كشف تضمين التردد

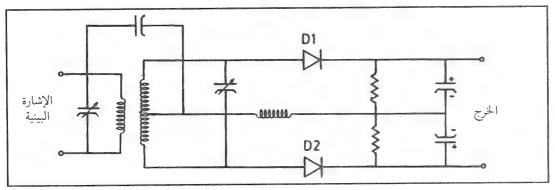
لقد صممت دارات عدة لكشف تضمين التردد، وستدرس الأنواع الآتية:

أ - كاشف فوستر سيلي

يسمى كاشف تضمين التردد المُميِّز (Discriminator)، ويتم عادة كشف تضمين التردد عن طريق تحويل تغيرات التردد إلى تغيرات. التردد إلى تغيرات في الاتساع، ثم استخدام كاشف تضمين الاتساع لكشف تلك التغيرات.

وهنا نسأل: كيف يمكن تحويل تغيرات التردد إلى تغيرات في الاتساع؟

يوضح الشكل (١-١٣) دارة كاشف فوستر سيلي. ويكون فيه توليف مدخل المحول ومخرجه متطابقاً مع تردد الإشارة البينية. وكنتيجة لطريقة ربط مدخل المحول ومخرجه بوساطة المواسع، فإن خرج المحول يكون مساوياً للصفر عند تردد الإشارة البينية.



الشكل (۱-۱۳): دارة كاشف فوستر سيلي

أما إذا كانت الإشارة البينية مضمَّنة ترددياً، فإن خرج المحول يعطي إشارات يتغير اتساعها حسب تغيرات التردد، وبذلك نكون قد حولنا تغيرات التردد إلى تغيرات اتساع يمكن كشفها بوساطة الثنائيين (D1, D2) ونحصل على الإشارة المحمولة في خرج الكاشف.

ومما يجدر ذكره أنه يسبق دارة المميز دارة محدد اتساع (Amplitude Limiter) حتى تمنع أي تغيرات في اتساع الإشارة البينية.

ب - كاشف النسبة

يعد كاشف النسبة (Ratio Detector) تطويراً لكاشف فوستر سيلي، ويمتاز عنه بأنه لا يحتاج إلى دارة محدد اتساع في مدخله، لأنه لا يتأثر بتغيرات اتساع الإشارة البينية. ويوضح الشكل (١-١٤) دارة هذا الكاشف. يلاحظ من الشكل أن الثنائيين (D1, D2) متصلان على التوالي مع خرج المحول، وأن خرج الكاشف يكون بين نقطتي اتصال (R1, R2) وبالتالي والمواسعين (C1, C2). تكون سعة المواسع (C3) كبيرة نسبياً، فتعمل على تثبيت فرق الجهد على طرفي (R1, R2) وبالتالي

R2

يكون خرج الكاشف ثابتاً، ولا يتغبر حسب تغيرات اتساع الإشارة البينية. وعما يجب ذكره أننا نأخذ نسبة من الخرج الكلي على (C3)، ومن هنا جاءت تسمية كاشف النسبة.

رفع الذروة (Pre - emphasis)

لاذا يستخدم رفع الذروة؟

تستخدم دارة رفع الـذروة الموضحة في الشكل (١٥-١) لتغيير اتساع الإشارة المحمولة قبل إدخالها إلى المضمِّن الترددي، حيث تعمل على زيادة اتساع ترددات الإشارة المحمولة عند تردد معين (١, ١) كيلو هيرتز، وبذلك يكون تضخيم المضخم كما هو موضح في الشكل (١-١٥).

وعما يجب ذكره أن الملف هرو ذلك العنصر الذي تزداد ممانعته بزيادة التردد.

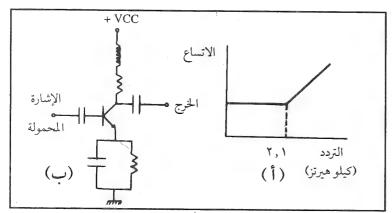
خفض الذروة (De - emphasis)

إن خفض الذروة يعمل عكس عمل رفع الـذروة؛ أي توهين اتساع ترددات الإشارة المحمولة التي تزيد عن تردد معين (٢,١) كيلو هيرتز

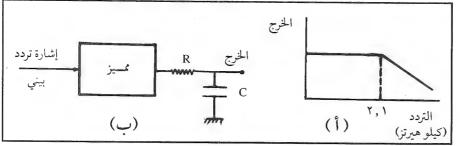
مثلاً، وذلك بإضافة مقاومة ومواسع

الشكل (١-١٤): دارة كاشف النسبة

D2



الشكل (١-٥١): دارة رفع الذروة



الشكل (١-١٦): دارة خفض الذروة

على خرج المميز، كما هو موضح في الشكل (١-١١) بحيث يكون مقدار التوهين مساوياً مقدار زيادة الاتساع في رفع الذروة؛ أي أننا نعيد اتساع الإشارة المحمولة إلى حالته الأصلية. ولكن ماذا نستفيد من هذه العملية؟

يعمل الضجيج الموجود داخل أجهزة الاستقبال على تضمين الإشارة الحاملة تضميناً ترددياً. وعندما نوهن الإشارة المحمولة الخارجة من المميّز، فإننا نوهّن الضجيج في الوقت نفسه. ولكن إذا تذكرنا أننا قد رفعنا سابقاً اتساع الترددات العالية في الإشارة المحمولة، فإننا في الحقيقة نكون قد وهنا الضجيج فقط، وبذلك يقل الضجيج في خرج جهاز الاستقبال، مما يمكن من استقبال إشارات ضعيفة الشدة.

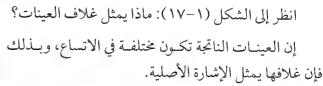
النشاط ١ - ٤

ارسم باستخدام راسم الاشارة تغير خرج المميّز عند تغير تردد إشارة التردد البيني.

هل من الضروري إرسال الإشارات بصورتها الكاملة؟

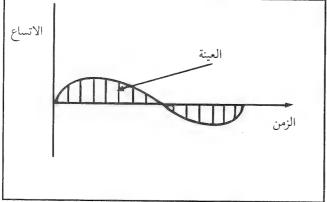
تنص نظرية المعلومات على أن إرسال المعلومات التي تتضمنها إشارة ما لا يقتضي إرسال الإشارة كاملة، حيث يكفي أخذ عينات لا يقل عددها عن ضعف أعلى تردد في تلك الإشارة. وبعد إرسال العينات بدلاً من الإشارة كاملة يمكن استرجاع الإشارة الكاملة باستخدام مرشح تمرير التردد المنخفض المناسب.

إن عملية أخذ العينات من الإشارة (Sampling) تعني قياس الاتساع اللحظي للإشارة التمثيلية على فترات متساوية، ولمدة زمنية تسمى عرض النبضة.



إن عملية أخذ العينات قد يسرت عملية إرسال الإشارات، وعلى سبيل المشال سنشرح كيفية استخدام العينات لإرسال قناة هاتفية يمتد نطاق ترددها من (٣٠٠-

۱۰۶ (۳٤۰) هنرتز.



الشكل (١-١٧): أخذ العينات

إن الكلام العادي يحتوي على ترددات أعلى من (٣٤٠٠)

هيرتز، وعلى ذلك فلا بد من استخدام مرشح تمرير منخفض يمنع مرور الترددات العالية التي تزيد على (٣٤٠٠) هيرتز قبل البدء بعملية أخذ العينات. ومن ناحية أخرى يمكن اعتبار التردد الأعلى في القناة الهاتفية مساوياً (٢٠٠٠) هيرتز، وبذلك فإن عدد العينات يساوي ٢×٠٠٠ = ٠٠٠٨ عينة في الثانية. وهذا هو الحد الأدنى من العينات لكل قناة هاتفية.

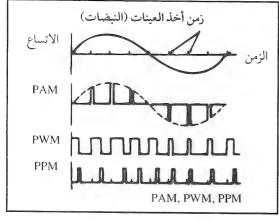
أنواع التضمين النبضي

يصنف التضمين النبضي تبعاً لخاصية النبضة (الإشارة الحاملة) التي نغيرها، ويوضح الشكل (١-١٨) الأنواع المختلفة من التضمين النبضي وهي:

أ - تضمين اتساع النبضة (Pulse Amplitude Modulation: PAM)

ما شكل الإشارة في تضمين اتساع النبضة؟

تتكون الإشارة الحاملة في تضمين اتساع النبضة من نبضات، تمكِّن من الحصول على نبضات جديدة يتغير اتساعها تبعاً لاتساع الإشارة التمثيلية في لحظة تلك النبضة، وبذلك نحصل على نبضات مضمَّنة اتساعياً.



الشكل (١-١٨): التضمين النبضي

ب - تضمين عرض النبضة (Pulse Width Modulation: PWM)

بها أن عرض النبضة يُعد إحدى خواصها، فإنه في هذا التضمين يتغير عرض النبضة تبعاً لاتساع العينة، بينها يبقى

اتساع النبضة ثابتاً.

ج - تضمين موقع النبضة (Pulse position Modulation: PPM)

في تضمين موقع النبضة يبقى اتساع النبضة وعرضها ثابتين، بينها يتغير موقع النبضة بالنسبة لمحور زمني يتغير حسب اتساع العينة.

(Digital Modulation) التضمين الرقمي

ما التضمين الرقمى? وما ميزاته؟

يعرّف التضمين الرقمي بأنه طريقة لتمثيل اتساع العينة مثلاً بقيمة رقمية تمثّل بالنظام الثنائي لتمثيل الأعداد بعدد من النبضات. وقد أصبح هذا النوع من التضمين أهم طريقة لنقل الخدمات الهاتفية، وتزداد أهميته يوماً بعد يوم للأسباب الآتية:

أ - في الاتصالات بعيدة المدة، يمكن إعادة توليد الإشارة بوساطة المعيدات (Repeaters) حيث لا يتراكم تأثير التشويش.

ب - سهولة تصنيع أجهزة التضمين الرقمي بسبب إمكانية استخدام الدارات الرقمية المتكاملة، وبالتالي زيادة الوثوقية.

ج - تخزين الإشارة بسبب سهولة تخزين الأرقام التي تمثلها.

د - خفض تأثير التداخلات باستخدام الرموز المناسبة لهذه الغاية .

وستدرس الأنواع الآتية من التضمين الرقمي:

أ - التضمين النبضي المرمّز (Pulse Code Modulation)

إن أي إشارة تمثيلية يمكن إرسالها بأخذ عينات منها موزعة على فترات زمنية محددة، على أن يكون عددها في الثانية مساوياً ضعف أعلى تردد في الإشارة التمثيلية، وكذلك فإن عينات القناة الهاتفية هي (٨٠٠٠) عينة/ الثانية.

وإن الزمن بين العينة والأخرى =
$$\frac{1 \text{ ثانية}}{\Lambda \cdot \cdot \cdot \cdot} = 170$$
 ميكرو ثانية.

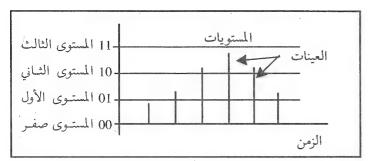
تسمى الطريقة التي يتم فيها تحويل العينات إلى إشارة رقمية الترميزالنبضي، وتتم هذه الطريقة عبر عمليات عدة تمر بها الإشارة التمثيلية، كما هو موضح في الشكل (١-١٩). وكما هو معلوم، فإن العينات الناتجة من أخذ العينات لا تكون متساوية الاتساع، ولذلك فإن المكمّم يقرب العينة إلى أقرب مستوى من المستويات الثابتة التي يقسم إليها الاتساع الأقصى للإشارة التمثيلية. وكنتيجة نهائية، فإن المرمّز يضع رمزاً مكوناً من ثماني نبضات لكل عينة، وعلى هذا فإن المكالمة الهاتفية تحتوي على (٨×٠٠٠ عند ١٤٠٠) نبضة في الثانية.



الشكل (١-١٩): مخطط صندوقي للتضمين النبضي المرمّز

تسمى عملية تحديد المستويات التكميم (Quantization) وأما عملية تحويل مستوى العينة إلى رقم فتسمى الترميز (Coding).

ومما يجدر ذكره أن النظام الثنائي لتمثيل الأرقام يتكون من الصفر (0) والواحد (1).



الشكل (١-٢٠): تحديد المستويات في التضمين النبضي المرمّز

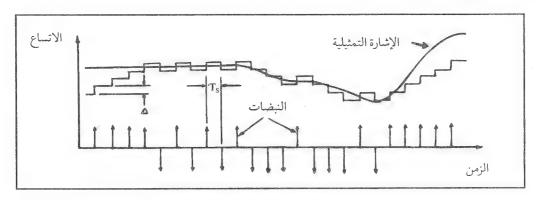
وعلى سبيل المثال إذا مثلنا الإشارة التمثيلية بأربعة مستويات، فإننا نحتاج نبضتين كما هو موضح في الشكل (١-٢٠).

قضية للمناقشة

ادرس تأثير تقريب العينات إلى المستويات على دقة التضمين النبضي المرمز.

ب - تضمین دلتا (Delta Modulation: DM)

إن إحدى مساوىء التضمين النبضي المرمَّز على الرغم من انتشاره الواسع، هو استخدامه نطاقاً ترددياً واسعاً. وقد تم تطوير نوع آخر من التضمين الرقمي يسمى تضمين دلتا أو تضمين الفرق. فمثلاً بدلاً من إرسال العينة عثلة بثماني نبضات حسب نظام التمثيل الثنائي، فإنه ترسل نبضة واحدة تكون موجبة إذا كانت العينة الثانية أكبر اتساعاً من العينة الأولى، بينها ترسل نبضة سالبة إذا كان الفرق سالباً بين العينة والعينة التي تليها؛ أي أن العينة الثانية أصغر من الأولى، وذلك كها هو موضح في الشكل (١-٢١).



الشكل (١-١): تضمين دلتا

وكما يتضح من الشكل فإن الإشارة المضمَّنة تصبح على شكل نبضات موجبة أو سالبة فقط، ولهذا تتميز الدارات الإلكترونية المستخدمة في هذا النوع من التضمين بسهولة التركيب والتصنيع.

في طرف الاستقبال يتم إدخال الإشارات المضمَّنة إلى مكامل (Integrator)، ومن ثم عبر مرشح تمرير منخفض لاستخلاص الإشارة الأصلية.

الإرسال المتعدد (Multiplexing)

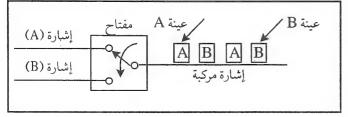
ثالثا

يقصد بالإرسال المتعدد بأنه الطريقة التي تمكننا من إرسال إشارات عدة؛ قنوات هاتفية على سبيل المثال، وذلك للاستفادة القصوى من سعة النطاق الترددي لخط النقل التي تكون أكبر بكثير من النطاق الترددي لقناة هاتفية. ويوجد نوعان من الإرسال المتعدد هما:

التقسيم الزمني (Time Division Multiplexing:TDM)

هي الطريقة التي يتم بوساطتها إرسال عينة من إشارة، ثم تليها عينة أخرى من إشارة ثانية، ثم عينة من الإشارة الأولى... وهكذا، وذلك للاستفادة من الزمن بين أخذ عينة في التضمين النبضي والعينة التي تليها، كما في حالة (PAM) مثلاً. وإن الزمن بين العينات كبير (١٢٥ ميكرو ثانية) مقارنة بعرض نبضة العينة. إن التقسيم الزمني يمكننا من تشكيل إشارة جديدة من

عينات من إشارات مختلفة، كما هو موضح في الشكل



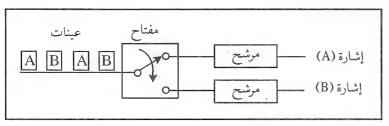
الشكل (١-٢٢): التقسيم الزمني

إذا افترضنا أن الإشارتين (A,B) هما قناتان هاتفيتان، وطبقاً لنظرية أخذ العينات السابقة، يصبح عدد العينات في الثانية مساوياً مجموع عينات القناة الأولى مضافاً إليه مجموع عينات القناة الثانية؛ أي (٠٠٠٠+٠٠٠ هـ ١٦٠٠) عينة في الثانية، وسرعة دوران المفتاح هو (١٦٠٠٠) دورة في الثانية.

أما في جهة الاستقبال، فيستخدم مفتاح يعمل بشكل متزامن مع المفتاح في جهة الإرسال وذلك لفصل العينات،

وباستخدام المرشح المناسب، يتم استخلاص الإشارات السابقة كما هو موضح في الشكل (١-٢٣).

في الأشكال السابقة يمثل المفتاح آخذ العينات في التضمين النبضي، وأن عرض نبضة العينة يمثله الزمن الذي يبقى فيه المفتاح ملامساً خط إشارة (A) على سبيل المثال.



الشكل (١-٢٣): مستقبل التقسيم الزمني

قضية للمناقشة

ادرس تأثير اختلاف سرعة دوران المفتاح في الشكل (١-٢٢) عنه في الشكل (١-٢٣).

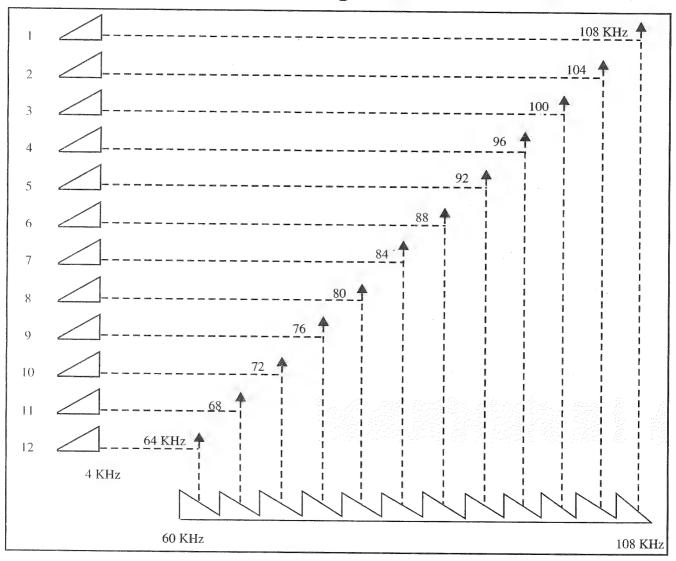
التقسيم الترددي (Frequency Division Multiplexing:FDM)

ذكرنا سابقاً أن النطاق الترددي للقناة الهاتفية العادية هو من (٣٠٠ - ٣٤٠) هيرتز، كما أن النطاق الترددي لشبكات النقل المختلفة أكبر من ذلك بكثير. ولذلك نقوم بتجميع عدد من القنوات الهاتفية بنسق معين تسهيلاً للتعامل معها في طرف الإرسال والاستقبال، وذلك للاستفادة القصوى من النطاق الترددي المتاح لشبكة الاتصالات المحملة. لقد حدد الاتحاد الدولي للاتصالات المواصفات المتعلقة بتجميع القنوات حتى يتم الاتصال بين شبكات الاتصال في الدول المختلفة.

أ- تجميع المجموعة الأولية (First Group)

تتكون المجموعة الأولية من (١٢) قناة هاتفية، حيث يحجز لكل قناة نطاق قدره (٤) كيلو هيرتز لمنع التداخل بين القنوات، وبذلك يصبح النطاق الترددي للمجموعة الأولية (١٢×٤-٤٨) كيلو هيرتز.

و باستخدام التضمين الاتساعي بحزمة جانبية مفردة ذات الحاملة المحذوفة (SSB-SC) يتم وضع القنوات السابقة ضمن النطاق الترددي (٢٠-١٠٨) كيلوهيرتز، وذلك كها هو مبين في الشكل (١-٢٤) حيث نحتاج إلى (١٢) حاملاً فرعياً يتم الحصول عليها من إشارة المذبذب الرئيس بطريقة المضاعفات للإشارة ذات التردد (٤) كيلو هيرتز . إن مرشحات التمرير البينية المصمّمة بدقة تختار حامل كل قناة على حدة والذي يستخدم في عمليات التضمين . والحوامل هي : (٢٤، ٦٨، ٢٠، ٢٠، ٨، ٨، ٨، ٩٢، ٩، ٢، ١، ١، ١، ١٠) كيلو هيرتز، ولتسهيل أعهال المراقبة على المجموعة الأولية، يتم إرسال إشارة تسمى إشارة الدليل (Pilot) بتردد (٨٠ , ٨٤) كيلوهيرتز، حيث يمكن تعرّف وضع المجموعة الأولية عن طريق قياس مستوى إشارة الدليل، وإذا اكتشف أي خطأ في تلك القياسات يجري تحديد مصدر الخطأ وإصلاحه. ومما تجدر الإشارة إليه أن إشارة الدليل تستخرج أيضاً من إشارة المذبذب الرئيس.

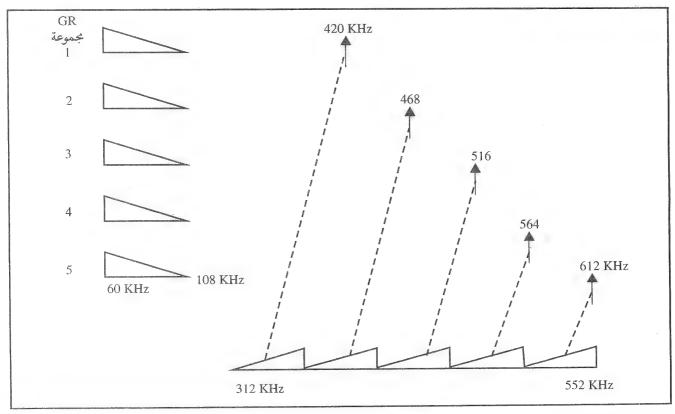


الشكل (١-٢٤): تجميع المجموعة الأولية

ب - تجميع المجموعة الثانوية (Super Group)

عثل المجموعة الثانوية المرحلة التالية للمجموعة الأولى، وتتكون من خمس مجموعات أولية؛ أي أنها تحتوي على (٦٠) قناة هاتفية موزعة على المجموعة الأولى حتى المجموعة الخامسة ضمن النطاق الترددي (٣١٣–٥٥٢) كيلوهيرتز. يوضح الشكل (١-٢٥) كيفية تجميع المجموعة الثانوية باستخدام خمسة مضمّنات اتساع بحزمة جانبية مفردة ذات الحاملة المحذوف (SSB-SC) على حوامل بترددات (٢١٠، ٢١٥، ١٦، ٥٦٤) كيلو هيرتز. وكما هو متبع في استخلاص الحوامل في المجموعة الأولية، فإن إشارات الحوامل تستخلص من إشارة المذبذب الرئيس بطريقة مضاعفات التردد (١٢) كيلو هبرتز والمرشحات المناسبة.

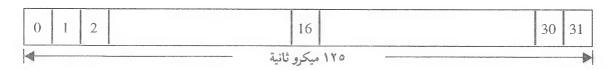
تتضمن هذه المجموعة إشارة دليل بتردد (٤١١, ٩٢) كيلوهيرتز يتم استخلاصها أيضاً من إشارة المذبذب الرئيس.



الشكل (١-٢٥): تجميع المجموعة الثانوية



يعرّف الإطار بأنه فترة زمنية محددة تبدأ بإشارة ضبط الإطار وتليها عينات من قنوات هاتفية عدة. ولأن الفترة الزمنية بين كل عينة وأخرى هي (١٢٥) ميكرو ثانية، وهي فترة كبيرة يمكن استغلالها لإرسال عينات من قنوات هاتفية أخرى تأخذ كل عينة منها فترة زمنية محددة تسمى (Time Slot). ومما يجب ذكره أنه تضاف معلومات أخرى إلى عينات القنوات الهاتفية لضبط سرعة الإرسال والاستقبال في كل طرف، وكذلك إشارات ترقيم (Signalling) تبين حالة هواتف المشتركين مثلاً. ويسمى هذا الترتيب إطار الترميز النبضي، ويمثل الشكل (١-٢٦) إطاراً لثلاثين قناة هاتفية.



الشكل (١-٢٦): تشكيل إطار الترميز النبضي

إن وظيفة المعلومات في الفترة الزمنية (0) التي تسمى إشارة ضبط الإطار هي لضبط سرعة الإرسال والاستقبال. المعلومات في الفترة الزمنية (15 - 1) هي عينات القنوات الهاتفية من (١ - ١٥).

والمعلومات في الفترة الزمنية (16) هي إشارات الترقيم (مثلاً الإشارات التي تمثل حالة الرقم المطلوب). وأخيراً المعلومات في الفترة الزمنية (31 - 17) هي عينات القنوات الهاتفية من (١٦ - ٣٠).

الشاط ١ - ٥

بالاستعانة بأحد المراجع المختصة، ارسم إطاراً جديداً لنظام الترميز النبضي.

📑 تشكيل الإطارات المتعددة

بتجميع عدد من الإطارات يمكن تشكيل الإطارات المتعددة والتي تتكون من (١٦) إطاراً ترقم من (15 - 0) وبذلك فإن الفترة الزمنية للإطارات المتعددة تساوي:

(١٦ × ١٢٥ ميكرو ثانية) = (٢٠٠٠) ميكرو ثانية = (٢) ميلي ثانية.

تختلف الإطارات المتعددة عن بعضها، فإشارة ضبط الإطار ترسل في الإطارات الزوجية فقط. أما في الإطارات الفردية فترسل معلومات أخرى عن حالة الأجهزة كالإنذار، ويوضح الشكل (١-٢٧) إطاراً متعدداً. وتجدر الإشارة إلى أن إشارة ضبط الإطار المتعدد ترسل في الفترة الزمنية (٥).



الشكل (١-٢٧): الإطار المتعدد

سادساً التجميع الرقمي

كيف يمكن تجميع أكثر من ثلاثين قناة هاتفية؟

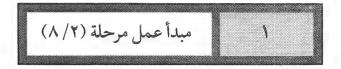
من المعلوم أنه يمكن حساب سرعة إرسال (٠ ٣) قناة هاتفية من العلاقة:

السرعة = عدد العينات \times عدد النبضات التي تمثل العينة \times عدد الفترات الزمنية.

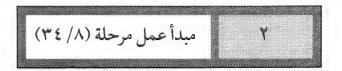
= ($^{\circ}$ ، $^{\circ}$ $^{\circ}$) = ($^{\circ}$ $^{\circ}$ ، $^{\circ}$) نضة الثانة.

وذلك لأن عدد القنوات الهاتفية = (٣٠) وقد أضيف إليها فترة زمنية لضبط الإطار وفترة زمنية للترقيم، وبذلك أصبح عدد الفترات الزمنية = ٣٢.

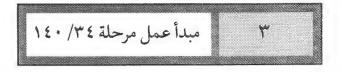
وبطريقة أخرى، فإن سرعة الإرسال = (٢) ميجابت/ الثانية تقريباً.



لعل من الواضح أنه يمكن استخدام مبدأ التجيمع الرقمي (باستخدام التقسيم الزمني) لتجميع عدد أكبر من القنوات الهاتفية، وذلك إذا اعتبرنا أن السرعة (٢) ميجابت وحدة واحدة، وبالتالي يمكننا تجميع أربعة أنظمة (٢) ميجابت لنحصل على نظام جديد بسرعة (٨) ميجابت تقريباً، وبذلك تسمى هذه المرحلة (٢/ ٨) وتكون السرعة = (٨, ٤٤٨) ميجابت.



إذا جمعنا أربعة أنظمة بسرعة (٨) ميجابت تقريباً، فإننا نحصل على نظام جديد بسرعة (٣٤) ميجابت، ويسمى (٨/ ٣٤) وتكون سرعته (٣٤, ٣٦٨) ميجابت.

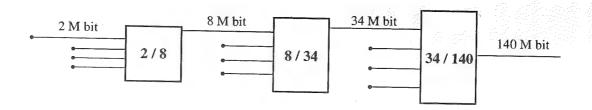


وبالطريقة نفسها إذا جمّعنا أربعة أنظمة بسرعة (٣٤) ميجابت، فإننا نحصل على نظام جديـد آخر بسرعة (١٤٠) ميجابت تقريباً، وتكون السرعة (٢٦٤، ١٣٩) ميجابت.

يوضح الجدول (١-١) السرعات المختلفة لمراحل التجميع، وعدد القنوات الهاتفية والنطاق الترددي، كما يـوضح الشكل (١-٨) مراحل التجميع الرقمي المختلفة.

الجدول (١-١): مراحل التجميع الرقمي

| النطاق الترددي | عدد القنوات | سرعة الإرسال | المرحلة |
|--------------------|-------------|----------------|---------|
| (۱) میجا هیرتز | ۳۰ | ۲,۰٤۸ میجابت | الأولى |
| (۲, ۶) میجا هیرتز | ۱۲۰ | ۸,٤٤۸ میجابت | الثانية |
| (۱۷) میجا هیرتز | ٤۸۰ | ۳٤,۳٦۸ میجابت | الثالثة |
| (۲۹, ٦) میجا هیرتز | ۱۹۲۰ | ۱۳۹,۲٦٤ میجابت | الرابعة |

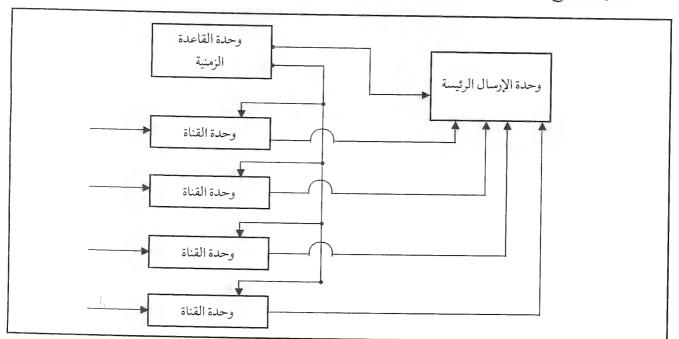


الشكل (١-٢٨): مراحل التجميع الرقمي

أجهزة التجميع الرقمي

تتكون أجهزة التجميع الرقمي كما هو موضح في الشكل (١-٢٩) من الوحدات الأساسية الآتية:

- ١ وحدة القاعدة الزمنية (Time Base): وتتكون من مذبذب بلوري رئيس يعمل على سرعة إشارة التجميع، فمثلاً يستخدم التردد (١٣٩, ٢٦٤) ميجا هيرتز لمرحلة (٨/ ٣٤) والتردد (١٣٩, ٢٦٤) ميجا هيرتز لمرحلة (٨/ ٣٤) والتردد (١٣٩, ٢٦٤) ميجا هيرتز لمرحلة (١٤٠/ ٣٤). كما تحتوي وحدة القاعدة الزمنية على مراحل تقسيم التردد المختلفة، وذلك لاستخراج الإشارات اللازمة لكل مرحلة، بالإضافة إلى إشارات ضبط الإطار.
- ٢ وحدة القناة: ويتم في هذه الوحدة تهيئة الإشارة الداخلة لغايات التجميع كتحويل إشارات الترميز إلى إشارة ترميز موحدة.
- ٣ وحدة الإرسال الرئيسة: ويتم في هذه الوحدة إجراء عمليات التجميع الرقمي للإشارات الأربع، بحيث تؤخذ عينة من الإشارة الأولى تليها عينة من الإشارة الثانية ... وهكذا، حتى الإشارة الرابعة. ولتعرّف مكونات النبضات الخارجة من جهاز التجميع، يتم تقسيم الإشارة إلى إطارات يفصل بينها إشارة ضبط الإطار اللازمة لضبط سرعة الإرسال والاستقبال بالشكل الصحيح.



الشكل (١- ٢٩): المخطط الصندوقي لجهاز التجميع الرقمي

أنفية الكبول

لقد درست سابقاً أنواع خطوط النقل المستخدمة في الشبكات الهاتفية لربط المواقع المختلفة، ونستذكر منها الكبول متعددة الأزواج، والكبول المحورية، وكبول الألياف الضوئية. ويستطيع كل من هذه الكبول نقل العديد من القنوات الهاتفية باستخدام أجهزة التجميع والإرسال (الأجهزة الطرفية) المناسبة، فمثلاً يمكن ربط نظام التضمين النبضي المرمّز بسرعة (٢) ميجابت على كبول متعددة الأزواج، حيث يمكن إعادة توليد الإشارة من جديد باستخدام المعيدات التي تركب على مسافات متساوية بحدود (٢) كم تقريباً.

تغذى المعيدات بالطاقة الكهربائية اللازمة عن طريق وحدات التغذية عند الأطراف، ويربط مصدر التغذية بالتيار المستمر عبر زوجي الإرسال والاستقبال. أما المعيدات فتربط على التوالي مع هذا المصدر. وفي حالة الكبول المحورية، يستخدم زوج من الكبول المحورية، وتربط الأجهزة الطرفية التي غالباً ما تعمل على سرعة (١٤٠) ميجابت.

تستخدم المعيدات على مسافة (٢) كم لإعادة تقوية الإشارة وبثها من جديد، كما يجري تغذية المعيدات بالطاقة الكهربائية بمصدر تيار مستمر يتم تركيبه عند الأجهزة الطرفية . ومما تجدر الإشارة إليه أن الكبل المحوري بقياس (٢, ١ × ٤, ٤) مم هو الأكثر استخداماً.

أما فيها يتعلق باستخدام كبول الألياف الضوئية، فيتم ربط ليفين ضوئيين؛ أحدهما للإرسال والآخر للاستقبال، وتستخدم عادة الألياف ذات النسق المفرد (Single Mode Fiber) لغايات الاتصال. تربط الوحدات الطرفية التي تعمل على الموجتين (١٣٠٠) نانوميتر أو (١٥٠٠) نانوميتر، وغالباً ما تستخدم السرعات: (٨، ٣٤، ١٤٠) ميجابت. أما أهم ميزات الألياف الضوئية هي قلة التوهين، وبالتالي لا تستخدم المعيدات للمسافات التي تقبل عن (٥٠) كم، وبذلك يمكن تنفيذ الوصلات الضوئية سواء أكان داخل المدن أم خارجها دون تركيب معيدات إلا في الحالات النادرة.

إشارات الترميز

لماذا نحتاج إلى إشارات الترميز؟

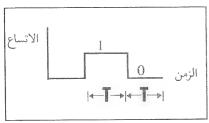
تستخدم إشارات الترميز لمعالجة الإشارة الرقمية الخارجة من جهاز التجميع، وذلك لتقليل النطاق الترددي ليتلاءم مع النطاق الترددي لكبول النقل، أو لجعل الإشارة النهائية خالية من مركبة التيار المستمر (Direct Current Component) وبذلك يمكن استخدام المحولات كوسيلة ربط لوحدات التغذية الكهربائية.

ومن أكثر الرموز استخداماً الأنواع الآتية:

(Non Return Zero: NRZ) - إشارة عدم العودة إلى الصفر

وتعد هذه الإشارة أبسط الإشارات المستخدمة؛ حيث يمثل العدد المنطقي (1) بفولطية معينة طوال الفترة الزمنية للنبضة؛ بينها يمثل العدد المنطقي الصفر

(0) بفولطية تساوي صفراً مثلاً، كما هو موضح في الشكل (١-٠٣).



ومن الواضح أن هذا الترميز يعتمد على قيمة الفولطية للتفريق بين العدد الشكل (١-٣٠): إشارة NRZ المنطقي (1) والعدد المنطقي (0). ولهذا تسمى الإشارة أحياناً الإشارة الأحادية القطبية (Unipolar).

الشكل (١-١٣): إشارة ثنائي القطبية

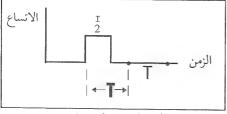
ومن جهة أخرى فإننا نستطيع أن نمثل العدد المنطقي (1) بمرور تيار (Current) والعدد المنطقي (0) بانقطاع التيار (No Current). إن من عيوب هذه الطريقة وجود مركبة تيار مستمر، ولهذا لا تستخدم للبث عبر الكبول.

توجد طريقة أخرى للتمثيل وهي استخدام فولطية معينة لتمثيل العدد الشكل (١-٣١): إشارة المنطقي (1) وفولطية أخرى مخالفة في القطبية لتمثيل العدد المنطقي (0) كما هو موضح في الشكل (١-٣١).

تسمى هذه الطريقة ثنائية القطبية (Bipolar) وتمتاز بخلوها من مركبة التيار المستمر، وتستخدم على نطاق واسع للإرسال عبر الكبول متعددة الأزواج والكبول المحورية.

(Return to Zero: RZ) - إشارة العودة إلى الصفر - ٢

في حالة (RZ) تتغير قيمة الفولطية التي قثل العدد المنطقي (1) في أثناء الفترة الزمنية المخصصة، بحيث تصبح صفراً بعد مرور $\frac{T}{2}$) وذلك كها هو موضح في الشكل (1–7۲). يمتاز هذا التمثيل بأنه يقلل المركبة المستمرة للتيار، ولكنه يزيد النطاق الترددي للإشارة.

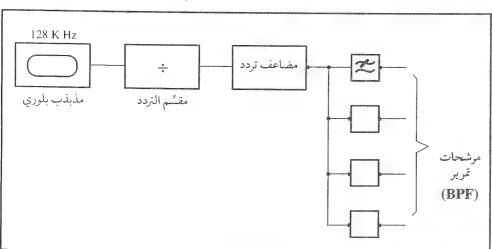


الشكل (١-٣٢): إشارة RZ

تامناً المذب الرئيس

تحتوي أجهزة التجميع التمثيلي على وحدة مذبذب رئيس ذات استقرار ترددي عال باستخدام البلورة في دارات المذبذب. وفي العادة يكون التردد الرئيس للمذبذب مساوياً (١٢٨) كيلو هيرتز. تستخدم دارات قسمة التردد للحصول على

تردد (٤) كيلو هيرتون ثم باستخدام مضاعفات التردد (Harmonic Generators) يتم توليد الترددات المناسبة، كها هو موضح في الشكل السخدام المرشحات المناسبة لكل تردد.

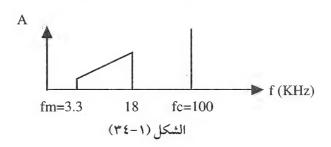


الشكل (١-٣٣): المخطط الصندوقي للمذبذب الرئيس

الشاط١-٢

زر مؤسسة الاتصالات/ دائرة الاتصالات المحملة، وتعرف أجهزة الإرسال المتعدد.

- ١ اشرح مستعيناً بالرسم معنى التضمين.
 - ٢ اذكر أهمية عملية التضمين.
- ٣ عرف باختصار تضمين الاتساع، وارسم أشكال الموجات فيه.
- التساع. $f_{\rm m}$ ارسم المحتوى الترددي لإشارة الحاملة $f_{\rm c}$)، وتردد الإشارة المحمولة $f_{\rm m}$)، ارسم المحتوى الترددي لإشارة تضمين الاتساع.
 - ٥ في الشكل (١-٣٤) احسب تردد النطاق الجانبي العلوي للإشارة المضمَّنة اتساعياً.



- ٦ قارن بين تضمين الاتساع ذي الحاملة الكبيرة، وتضمين الاتساع ذي النطاق الجانبي الواحد والحاملة المحذوفة.
 - ٧ ارسم دارة تضمين الاتساع ذي النطاقين الجانبيين والحاملة المحذوفة وارسم إشارة خرجه.
 - ٨ اشرح مستعيناً بالرسم كيفية الحصول على إشارة مضمّنة اتساعياً ذات نطاق جانبي سفلي وحاملة محذوفة.
 - ٩ اشرح باستخدام دارة كاشف تضمين الاتساع ذي الحاملة الكبيرة عملية الكشف.
 - ١٠ اشرح مستعيناً بالرسم فكرة كشف الإشارة المضمّنة اتساعياً ذات النطاق الجانبي الواحد والحاملة المحذوفة.
 - ١١ اشرح بالاستعانة بأشكال الإشارات عملية تضمين التردد.
 - $f_c = 100 \, \mathrm{MHz}, \, f_m = 10 \, \mathrm{KHz}$ ارسم المحتوى الترددي للإشارة المضمّنة ترددياً إذا كانت ($f_c = 100 \, \mathrm{MHz}, \, f_m = 10 \, \mathrm{KHz}$).
 - ١٣ بين مع الرسم طريقة عمل كاشف فوستر سيلي.
 - ١٤ اشرح الفرق الرئيس بين كاشف فوستر سيلي وكاشف النسبة.
 - ١٥ اشرح مع الرسم نظرية إرسال عينات من إشارة المعلومات بدلاً من إرسالها كاملة. وما أهمية هذه النظرية؟
 - ١٦ احسب أدنى تردد لإشارة العينات إذا كان تردد إشارة المعلومات هو (KHz) 3).
 - ١٧ اشرح باختصار أنواع التضمين النبضي موضحاً إجابتك بالرسم.
 - ١٨ ما المقصود بالإرسال المتعدد؟
 - ١٩ ارسم شكلاً يوضح طريقة التقسيم الزمني في كل من حالتي الإرسال والاستقبال.
- · ٢ ما قيمة النطاق الترددي للمجموعة الأولية المستخدمة في التقسيم الترددي للإرسال المتعدد؟ وما نوع التضمين المستخدم في هذه الحالة؟
- ٢١ كم عدد الإشارات الحاملة الفرعية اللازمة للمجموعة الأولية في التقسيم الترددي للإرسال المتعدد؟ وكم عدد الإشارات الحاملة اللازمة للمجموعة الثانوية؟

- ٢٢ عدد ميزات التضمين الرقمي.
- ٢٣ ارسم مخططاً صندوقياً يبين مراحل المضمّن النبضي المرمّز، واشرح باختصار فكرة عمل كل وحدة.
 - ٢٤ ما الميزة الرئيسة لتضمين دلتا على التضمين النبضي المرمز؟
 - ٢٥ اختر الإجابة الصحيحة في كل فقرة من الفقرات الآتية:
 - أ نتيجة لعملية التضمين:
 - (١) يتغير تردد الإشارة المحمولة تبعاً لتردد الإشارة الحاملة.
 - (٢) تتغير بعض خواص الإشارة الحاملة.
 - (٣) جميع ما سبق
 - ب معامل تضمين الاتساع (m) هو النسبة بين:
 - (١) الاتساع الأقصى للإشارة المحمولة والاتساع الأقصى للإشارة الحاملة.
 - (٢) الإتساع الأقصى للإشارة الحاملة والاتساع الأقصى للإشارة المحمولة.
 - (٣) اتساع الإشارة المحمولة عند لحظة معينة واتساع الإشارة الحاملة عند اللحظة نفسها.
 - جـ تردد النطاق الجانبي العلوي الناتج من تضمين الاتساع:
 - (۱) أكبر من (f_c).
 - (٢) أكبر من (f_m).
 - (T_c+f_m) يساوى (T_c+f_m) .
 - (٤) جميع ما سبق.
 - د توجد المعلومات في حالة إشارة تضمين الاتساع في:
 - (١) النطاق الجانبي السفلي فقط.
 - (٢) النطاق الجانبي العلوي فقط.
 - (٣) النطاقين الجانبيين العلوي والسفلي.
 - هـ تكون الطاقة اللازمة للإرسال أقل ما يمكن إذا استخدم تضمين الاتساع ذو:
 - (١) الحاملة الكبرة والنطاقين الجانبين.
 - (٢) النطاقين الجانبيين والحاملة المحذوفة.
 - (٣) النطاق الجانبي العلوي والحاملة المحذوفة.
 - و يُستخدم المضمّن المتوازن للحصول على إشارة:
 - (١) مضمّنة اتساعياً بحاملة كبيرة ونطاقين جانبيين.
 - (٢) مضمنة ترددياً بحاملة كبيرة ونطاقين جانبيين.
 - (٣) لا شيء مما ذكر.

ز - تستخدم دارات الكشف في أجهزة:

- (١) الإرسال للحصول على الإشارة الحاملة.
- (٢) الارسال للحصول على الإشارة المحمولة.
- (٣) الاستقبال للحصول على الإشارة المضمِّنة.

- تزيد قيمة معامل تضمين التردد (m_f) :

- (1) بزيادة انحراف تردد الإشارة الحاملة (Δf).
 - (f_m) بنقص قيمة تردد الإشارة المحمولة (f_m).
 - (٣) كل ما ذكر.

ط - يتناسب خرج كاشف فوستر سيلي مع:

- (١) تردد الإشارة المحمولة.
- (٢) تردد الإشارة الحاملة.
- (٣) تردد الإشارة المضمنة.

ي - ينتج عن عملية رفع الذروة وخفضها:

- (١) توهين الضجيج الناتج عن جهاز الاستقبال نفسه.
 - (m_f) تحسين معامل التضمين الترددي (m_f) .
 - (٣) تكبر الإشارة المضمنة.

ك - في التضمين النبضي:

- (1) الإشارة الحاملة هي قطار من النبضات بتردد معين (f_c) .
- (٢) يتم تغيير اتساع أو عرض أو مكان النبضات في الإشارة الحاملة.
 - (٣) تتم عملية أخذ العينات من الإشارة المحمولة.
- ل يكون تردد إشارة الدليل للمجموعة الأولية والمجموعة الثانوية على الترتيب:
 - (۱) ۸٤, ۰۸ کیلو هیرتز، ۹۲ ، ٤١١ کیلو هیرتز.
 - (۲) ۸۸, ۸۸ کیلو هیرتز، ۱٤۱, ۹۲ کیلو هیرتز.
 - (۳) ٤١١, ٩٢ کيلو هيرتز، ٨٤, ٠٨ کيلو هيرتز.

م - التكميم هو:

- (١) عملية تحويل مستويات العينات إلى رموز.
 - (٢) عملية تحويل مستويات العينات.
- (٣) إيجاد كم من الرموز لاستخدامها في التضمين النبضي المرمز.

الوحدة الثانية

الهوائيات وانتشار الموجات

هل توجد وسيلة لنقل المعلومات لا تستخدِم خطوط النقل أو الألياف الضوئية؟ هل تعلم كيف يصل البث الإذاعي والتلفازي إلى المشاهدين؟

تشع الهوائيات الطاقة الكهربائية على شكل موجات كهرمغناطيسية تعرف بالموجات الراديوية القابلة للانتشار إلى مسافات بعيدة.

ويتوقع منك بعد دراسة هذه الوحدة أن تكون قادراً على أن:

- ١ تميز الأنواع المختلفة من الموجات الراديوية وخصائصها وطرق انتشارها واستخداماتها.
 - ٢ تتعرف طبقات الأيونوسفير.
 - ٣ تحدد نطاق الترددات للموجات الكهرمغناطيسية ومجال استخدام كل منها.
 - ٤ تشرح مفهوم الاستقطاب وأهميته.
- ٥ تحسب طول الهوائي البسيط الـ لازم لاستقبال مـ وجة بطول معــين، والأنـ والأخرى من الهوائيات الأكثر تعقيداً.

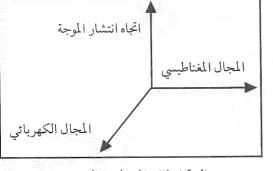
أنواع الموجات الكهرمغناطيسية

هل تنتقل الموجات الكهرمغناطيسية من مكان إلى آخر بالطريقة نفسها مها اختلف ترددها؟ وممّ تتكون الموجات الكهرمغناطيسية؟

تتكون الموجات الراديوية من مجالات مغناطيسية وكهربائية متعامدة وعمودية على اتجاه انتشارها، كما هو موضح في الشكل (٢-١).

ومما تجدر ملاحظته أن نصف الطاقة في الموجة يكون على شكل طاقة كهربائية، والنصف الآخر على شكل طاقة مغناطيسية.

إن الخصائص الأساسية للموجات الكهرمغناطيسية هي شدة المجال الكهربائي والمغناطيسي والتردد واتجاه الانتشار والاستقطاب. وتعتمد



الشكل (٢-١): الموجة الراديوية

شدة المجال الكهربائي على شدة التيار الكهربائي المولد للموجة ويقاس بالفولط لكل متر، وتساوي فرق الجهد التأثيري المتكون على طرفي سلك طوله متر واحد موجود في مجال تلك الموجة.

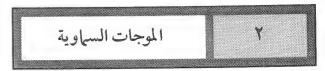
إن القيمة الآنية لشدة المجال تتغير من لحظة إلى أخرى، ولذلك يتم قياس القيمة الفعالة (RMS) لشدة المجال التي تساوي (٧٠٧, ٠) من القيمة العظمي للمجال.

ولكن، ما العوامل التي تؤثر في شدة مجال الموجة في أثناء انتشارها؟ تتعرض الموجة الراديوية إلى التوهين في أثناء انتشارها، ويعود ذلك إلى امتصاص الأرض وطبقات الجو المختلفة جزءاً من طاقتها، كما أنه يحصل انعكاس وانكسار للموجة. وقد وجد أن المحصلة النهائية لتأثير هذه العوامل مجتمعة تعتمد على التردد. ولذلك يمكن تقسيم الأمواج حسب طبيعة انتشارها إلى: الموجات المباشرة أو الفراغية (Ground Waves) والموجات المباشرة أو الفراغية (Direct Waves).

الموجات الأرضية

تتكون الموجة الأرضية عندما يكون هوائي الإرسال قريباً من سطح الأرض وعمودياً عليها، وتستخدم هذه الموجات بكثرة لأغراض البث الإذاعي عند الترددات المنخفضة والمتوسطة.

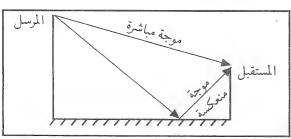
تتبع هذه الموجة سطح الأرض، وأحياناً تسمى الموجة الزاحفة، ولكنها تضعف بسبب امتصاص الأرض جزءاً من طاقتها. ولكن هل يغطي هذا الانتشار مسافات بعيدة؟ لقد وجد أن هذا النوع من الموجات يمكن استقباله بوثوقية عالية على بعد مئات من الكيلومترات. كما تمتاز بالانتشار لمسافات طويلة جداً فوق مياه المحيطات، ولذلك تستخدم كثيراً في الاتصالات البحرية.



نظراً لأن أي هوائي يشع أمواجاً في جميع الاتجاهات، فإن بعض الموجات تنتشر في الجو. وعند ترددات معينة يمكن لهذه الموجات أن تنحني عائدة إلى الأرض، وعلى مسافة بعيدة من هوائي الإرسال بفعل تأثير طبقة الأيونوسفير التي ستدرسها لاحقاً. تسمى هذه الموجات الموجات الموجات العالية جداً لا تنعكس من طبقة الأيونسفير، بل تخترقها إلى الفضاء الخارجي، وتسمى هذه الموجات موجات فضائية. وتستخدم الموجات الساوية بكثرة في البث الإذاعي، والاتصالات الهاتفية بعيدة المدى.

تنتشر الموجات الفراغية بخطوط مستقيمة في الغلاف الجوي الذي يمتد إلى ارتفاع (٢٠) كم من سطح الأرض تقريباً. وعادة يكون تردد هذه الموجات أعلى من (٣٠) ميجا هيرتز. ويبرز السؤال الآتي: هل تنعكس هذه الموجات عن سطح الأرض؟

تنعكس هـذه الموجـات عن سطح الأرض تمامـاً، كما ينعكس الضوء عن السطوح المصقولة، ولذلك فإن الموجة الفراغية تتكون غالباً من مركبتين؛ إحداهما تنتشر من المرسل إلى المستقبل مباشرة، والأخرى مـوجـة منعكسـة عن سطح الأرض، حيث تصل المستقبل كما هـو موضح في الشكل (٢-٢).



الشكل (٢-٢): مركبات المباشرة

تستخدم الموجات المباشرة في البث التلفازي وفي اتصالات

الموجات الميكرووية، وكذلك اتصالات الأقهار الصناعية. وأحياناً تستخدم هوائيات خاصة لتركيز الموجات في مسار محدد لزيادة فاعلية الاتصال. وتتأثر هذه الموجات بالعوامل الجوية كالمطر والثلج التي تمتص أو تشتت طاقة هذه الموجات.

طبقات الأيونسفير (Layers of the Ionosphere)

ئانياً

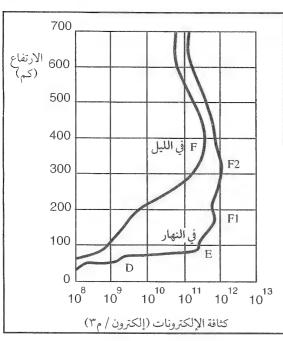
تمتص طبقات الجو العليا من الغلاف الجوي كميات هائلة من الطاقة الشمسية، ولأن الضغط الجوي يكون منخفضاً في الله الطبقات فيحدث التأين في الغازات، وينتج عن ذلك إلكترونات حرة وأيونات حرة. وتسمى المنطقة التي يحدث فيها

التأين الأيونوسفير. وقد تتساءل: هل الغلاف الجوي متجانس على الارتفاعات المختلفة؟ تتغير الخواص الفيزيائية للغلاف الجوي مع تغير الارتفاع، ووجد أن كثافة الأيونات والإلكترونات تصل قيمة عظمى عند ارتفاعات عدة تسمى طبقات الأيونوسفير وهي طبقات عدة تسمى طبقات الأيونوسفير وهي طبقات بين (F2, F1, E, D) التي تتكون في النهار، ويتراوح ارتفاعها ما بين طبقة جديدة تسمى (F) على ارتفاع بين (F1, F2)، ويوضح الشكل طبقة جديدة تسمى (F) على ارتفاع بين (F1, F2)، ويوضح الشكل انظر إلى الشكل (۲-۳) طبقات الأيونوسفير. وفيها يأتي شرح موجز لهذه الطبقات.



٢ . إلى أي ارتفاع تصل طبقة (E)؟

طبقة (D): هذه الطبقة هي الأقرب إلى سطح الأرض، وتقع تحت الطبقة (E) على ارتفاع (٥٠-٩٠)كم. وتتكون هذه الطبقة في النهار فقط، وتعمل على توهين موجات التردد المتوسط والعالي.



الشكل (٢-٣): طبقات الأيونوسفير

طبقة (E): تقع هـذه الطبقة على ارتفاع (١٠٠) كم تقريباً، حيث تظهر في النهار، وتضعف بشكل ملموس في الليل. ويكون ارتفاع طبقة (E) تقريباً ثابتاً في أثناء النهار. وتعمل هذه الطبقة على عكس موجات التردد المتوسط.

طبقة (F2, F1): تنقسم (F) إلى طبقتين في النهار؛ هما طبقة (F1) وطبقة (F2) بينها تتّحد (F2, F1) لتشكلا طبقة واحدة في الليل تسمى (F). تقع طبقة (F1) على ارتفاع (۲۰۰) كم تقريباً، وتعمل على عكس بعض موجات التردد العالي، وتوهين البعض الآخر. أما طبقة (F2) التي تقع على ارتفاع (۲۰۰) كم تقريباً فهي المسؤولة عن عكس موجات التردد العالي. عند اتحاد طبقي (F2, F1) في الليل، فإن انعكاس الموجات يتم بصورة أفضل، وبالتالي تكون شدة الموجة المنعكسة أفضل، واستقبالها يكون بصورة أوضح.

ومما يجدر ذكره أن خواص طبقات الأيونوسفير تتغير من وقت إلى آخر، كما تتغير من فصل إلى آخر.

ا انعكاس الموجات من طبقات الأيونوسفير

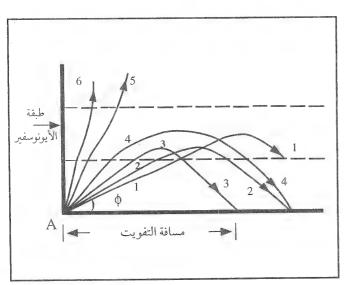
كيف تنعكس الموجات من طبقات الأيونوسفير؟ وهل هذا انعكاس حقيقي؟ كيف تؤثر زاوية البث في الانعكاس؟ تعكس كل طبقة موجات بترددات معينة، وقد وجد أيضاً أن انعكاس الموجات يعتمد على زاوية بث الموجات إلى طبقات الأيونوسفير. ويوضح الشكل (٢-٤) تأثير زاوية بث الموجة (٥) في الانعكاس.

أي الأشعة يصل إلى مسافة كبيرة جداً؟ أي الأشعة يصل إلى مسافة قصيرة؟ لماذا لم ينعكس الشعاع (5)؟

عندما تكون (٥) صغيرة؛ أي أن الشعاع (1) يتجه أقرب ما يكون للأرض، فإنه يدخل مسافة قليلة في طبقة الأيونوسفير،

ثم يحدث له انحناء تدريجي ويخرج من الطبقة، ويصل إلى مسافة بعيدة جداً. الشعاعان (٤) و(٢) يدخلان إلى مسافات مختلفة، ولكنها قد يصلان بعد تعرضها للانحناء التدريجي إلى النقطة نفسها على سطح الأرض.

الشعاع (٣) يصل لمسافة قليلة نسبياً تسمى مسافة التفويت (Skip Distance) وهي أقل مسافة يمكن أن يغطيها هوائي إرسال موجودة في النقطة (A). ومما يجدر ذكره أن أي نقطة تقع على مسافة أقل من مسافة التفويت لا يمكن أن تستقبل أمواجاً منعكسة من الأيونوسفير. وهنا يخطر ببالك أن تسأل: هل يمكن للأنواع المختلفة من الموجات تغطية هذه النقطة؟



الشكل (٢-٤): تأثير زاوية البث في الانعكاس

الشعاعان (٥)، (٦) لهم زاوية بث كبيرة، وبالتالي فهم لا يعودان إلى الأرض، بل يخترقان طبقات الأيـونوسفير إلى الفضاء الخارجي. حاول استقبال محطات إذاعية على الموجة القصيرة في الليل والنهار، وقارن بينها.

نطاق الترددات للموجات الكهرمغناطيسية

يعد النطاق الترددي (KHz - 300 GHz) أحد المصادر الطبيعية التي تشترك الدول باستخدامه في مجالات الاتصالات. وقد أنيط بالاتحاد الدولي للاتصالات (وهو إحدى الوكالات المتخصصة التابعة لهيئة الأمم المتحدة) مهمة تنسيق استخدام هذا الطيف الترددي، حيث تعقد المؤتمرات العالمية لتخصيص الحزم المناسبة من الترددات للخدمات المختلفة مثل: الإذاعة والتلفاز والاتصالات والملاحة وغيرها. وهنا نصل إلى السؤال الآتي: ما المبدأ المتبع في تنسيق وتخصيص هذه الترددات؟

لقد قسم الاتحاد الدولي للاتصالات الكرة الأرضية إلى مناطق جغرافية محددة، بحيث يمكن استخدام حزمة من الترددات في منطقتين جغرافيتين في الوقت نفسه، مع ضهان عدم حدوث تداخل أو تشويش على أي منهها.

ويوضح الجدول (٢-١) كيفية تقسيم الحزم تبعاً لخواص انتشارها واستخداماتها المختلفة.

الجدول (٢-١): تقسيم النطاق الترددي

| الاستخدام | التسمية | طول الموجة | التردد |
|--|-----------------------------|-----------------|------------------------|
| الاتصالات البحرية البعيدة. | الترددات المنخفضة جداً(VLF) | ۱۰۰کم – ۱۰کم | ۳ - ۲۰ کیلو هیرتز |
| اتصالات بحرية بعيدة، بث إذاعي. | الترددات المنخفضة(LF) | ۱۰ کم – ۱ کم | ۳۰ – ۳۰ کیلو هیرتز |
| بث إذاعي بعيد، اتصالات بحرية. | الترددات المتوسطة (MF) | ۱ کم – ۱۰۰۰م | ۰۰۰ – ۲۰۰۰ کیلو هیرتز |
| اتصالات بعيدة. | الترددات العالية (HF) | ١٠٠-١٥٠ | ۳ - ۳۰ میجا هیرتز |
| اتصالات قريبة، بث تلفازي. | الترددات العالية جداً (VHF) | ۱۰ - ۱ م | ۰ ۳ - ۰ ۰ ۳ میجا هیرتز |
| اتصالات قريبة، رادار، بث تلفازي. | الترددات فوق العالية (UHF) | ۰۰ اسم – ۱۰ سم | ۰۰۰ – ۰۰۰ میجا هیرتز |
| الأقهار الصناعية، الإرسال الميكروي، رادار. | الترددات فائقة العلو (SHF) | ه ا سیم – ا سیم | ۳-۰۳ جیجا هیرتز |
| الإرسال الميكروي، الرادار والأقهار الصناعية. | الترددات بالغة العلو (EHF) | اسم - امم | ۳۰ - ۳۰ جیجا هیرتز |

والمصطلحات الانجليزية تعنى ما يأتى:

VLF = Very Low Frequency

LF = Low Frequency

MF = Medium Frequency

HF = High Frequency

VHF = Very High Frequency

UHF = Ultra High Frequency

SHF = Super High Frequency

EHF = Extremely High Frequency

قضية للمناقشة

ادرس ما يمكن أن يحدث لو كانت طبقات الأيونوسفير تعكس كل الموجات الكهرمغناطيسية.

الاستقطاب (Polarization)

ما أهمية الاستقطاب في الاتصالات؟

ذكرنا سابقاً أن الموجة الراديوية تتكون من مجال كهربائي ومجال مغناطيسي متعامدين مع اتجاه انتشار تلك الموجة. ويعرف الاستقطاب بأنه اتجاه المجال الكهربائي. فإذا كان اتجاه المجال الكهربائي ثابتاً في أثناء انتشار الموجة يكون الاستقطاب

خطياً. وتوجد حالتان من الاستقطاب الخطي هما: استقطاب أفقي، واستقطاب عمودي، كما هو موضح في الشكل (٢-٥).

ولا بد أن تتساءل: كيف نحصل على الاستقطاب المناسب؟

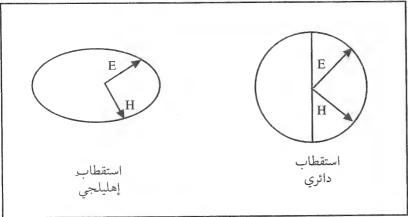
يحدد هوائي الإرسال أو الاستقبال الاستقطاب، فإذا كان موازياً لسطح الأرض، فإن الاستقطاب يكون أفقياً، وأما إذا كان متعامداً مع سطح الأرض، فيكون

الاستقطاب في هذه الحالة عمودياً. وقد وجد أنه في حالة

المجال الكهربائي (E) المجال المغناطيسي (H) المجال المغناطيسي المجال الكهربائي المجال الكهربائي (E) (H) استقطاب عمودي استقطاب أفقى

الشكل (٢-٥): الاستقطاب الخطى

الاتصالات المباشرة (نقطة-لنقطة) فإن شدة الموجة المستقبلة تكون أقوى ما يمكن عندما يكون لهوائي الإرسال والاستقبال الاستقطاب نفسه.



الشكل (٢-٦): الاستقطاب الدائري والإهليلجي

أما إذا كان سلك الهوائي ملفوفاً على شكل لولبي مثلاً، وعند ترددات معينة وأبعاد معينة فيكون للمجال الكهربائي مركبتان؛ إحداهما أفقية والأخرى عمودية، ويكون المحل الهندسي لمحصلة المجال الكهربائي إما دائرة، وفي هذه الحالة يسمى استقطاباً دائرياً، أو قطعاً ناقصاً ويسمى استقطاباً إهليلجياً، كما هو موضح في الشكل (٢-٢).

حساب التردد وطول الموجة

ما سرعة انتشار الموجات الكهرمغناطيسية في الفراغ؟

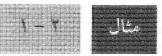
تنتشر الموجات الكهرمغناطيسية في الفراغ بسرعة الضوء وهي (٣٠٠, ٥٠٠) كيلو متر في الثانية. إن العلاقة بين طول الموجة والتردد تحددها المعادلة الآتية: $\frac{c}{f}$

حيث ٨: طول الموجة.

c : سرعة الضوء.

f: تردد الموجة.

ومما تجب ملاحظته أن طول الموجة يتناسب تناسباً عكسياً مع التردد، فكلما زاد التردد قل طول الموجة.



احسب طول موجة ترددها (٣٠) ميجا هيرتز.



$$\lambda = \frac{300 \times 10^6}{30 \times 10^6} = 10m$$

تمرين

احسب طول موجة ترددها (۸۰۱) كيلو هيرتز.

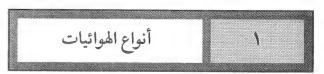
قضية للمناقشة

ادرس تأثير طبقة الأيونوسفير في الاستقطاب.

خاماً الموائيات

ما أهمية الهوائي في نظام الاتصالات؟

إن الهوائي هو ذلك العنصر من نظام الاتصالات الذي يستخدم لإشعاع الموجات الكهرمغناطيسية في اتجاهات معينة. وفي أبسط أشكاله لا يزيد عن كونه سلكاً معدنياً بطول معين أو شكل معين. إن اختيار الهوائي عامل مهم في نظام الاتصالات، فكلم استطاع الهوائي تركيز إشعاع الموجات في اتجاه معين، قلت القدرة الكهربائية لجهاز الإرسال اللازمة لتوفير خدمة اتصالات معينة. وكذلك في حالة الاستقبال، فإن الهوائي الجيد والمناسب هو الذي يلتقط الإشارات الضعيفة.



هل يمكن لهوائي أن يشع الموجات العالية والموجات فوق العالية بالكفاءة نفسها؟

يتطلب كل نطاق من الترددات استخدام هوائي بشكل معين وطول معين. وسندرس فيها يأتي بعض أنواع الهوائيات الشائعة الاستعمال.

أ - هوائي ثنائي القطب (Half Wave Dipole Antenna)

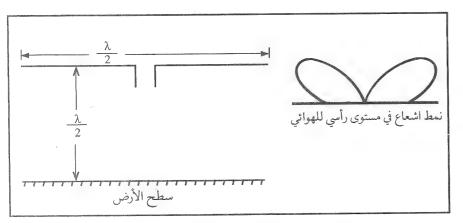
يتكون هوائي ثنائي القطب من سلك طوله يساوي نصف طول الموجة التي يشعها تقريباً. وهو الوحدة التي يمكن أن نُكوّن منها هوائيات أكثر تعقيداً. ومما تجدر الإشارة إليه أن طول الهوائي العملي يساوي (٩٥, ٥٠) من طول الهوائي المحسوب سابقاً.

وقد تتساءل ما الارتفاع المناسب لهذا الهوائي عن سطح الأرض؟

لقد وجد أنه إذا كان ارتفاع الهوائي يساوي نصف طول الموجة، فإن نمط الإشعاع (تغير شدة الإشعاع في مستوى عمودي على الهوائي) يكون كما هوضح في الشكل (٧-٧).

وبذلك نستنتج أن شدة الإشعاع تكون تقريباً صفراً في اتجاه عمودي على الهوائي، بينها

تكون أكثر ما يمكن على زاوية (٤٥) تقريباً.



الشكل (٧-٧): هوائي ثنائي القطب ونمط الإشعاع له

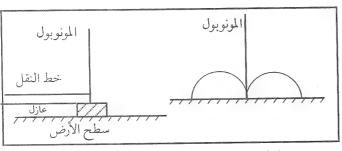
كيف تميّز بين هوائي وآخر؟

إن الهوائي الذي يشع بالتساوي في جميع الاتجاهات يسمى هوائياً قياسياً (اينوتروبياً) (Isotropic). ويعرف كسب الهوائي بأنه النسبة بين شدة الاشعاع في اتجاه معين، وشدة الاشعاع الناتج من الهوائي القياسي، ويقاس كسب الهوائي بالديسبل.

و إن ممانعة الهوائي هي النسبة بين فرق الجهد بين طرفي مدخل الهوائي والتيار الداخل في الهوائي، وتساوي (٧٥) أوم تقريباً لهوائي ثنائي القطب، وهذا يجعله مناسباً لـوصله بالكبل المحوري باستخدام وسيلة مواءمة مناسبة تسمى البالون (Balun)، و يبلغ كسب هذا الهوائي (٦٤) تقريباً.

ب - الهوائي أحادي القطب (المونوبول Monopole Antenna)

يتكون من موصل يوضع فوق سطح الأرض، ويكون معزولاً عنها. يلغي سطح الأرض جزءاً من نمط الإشعاع؛ لأنه يعكس الأمواج، ويكون شكل نمط الإشعاع كما هو موضح في الشكل (٢-٨).

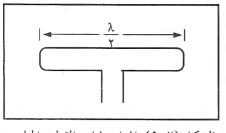


الشكل (٢-٨): هوائي مونوبول ونمط الإشعاع له

يبلغ كسب هذا الهوائي (٢٤, ١) تقريباً. أما ممانعته فتساوي (٣٦, ٥) أوم. تستخدم الهوائيات السابقة الذكر بكثرة في نطاق الترددات العالية والعالية جداً.

ج - الهوائي ثنائي القطب المطوي (الدايبول المطوي) (Folded Dipole Antenna)

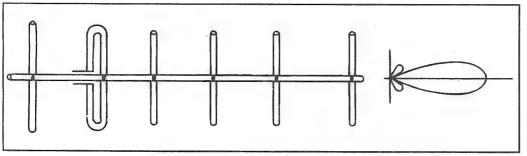
إذا وصلنا سلكاً طوله ($\frac{\lambda}{\gamma}$) بالتوازي مع الهوائي ثنائي القطب، كما هو موضح في الشكل (γ -9) فيسمى هذا الهوائي الدايبول المطوي. وإن ممانعة هذا الهوائي تساوي (γ -7) أوم، وهي مناسبة لربطه بخطوط النقل المفتوحة ذات المهانعة البالغة (γ -7) أوم. إلا أنه توجد ميزة أخرى، وهي أن هذا الهوائي أصبح أقوى ميكانيكياً، وبالتالى يتحمل سرعات الرياح العالية.



الشكل (٢-٩): الهوائي ثنائي القطب المطوي

د - هوائي (ياغي - بودا» (Yagi - Buda)

أما هوائي الياغي - بودا (نسبة إلى العالم الياباني الذي اخترعه) فهو يتركب أساساً من دايبول مطوي، وعنصر أطول منه قليلاً يسمى عاكساً، وعدد من العناصر الأقصر منه تسمى موجهات (Directors)، وهي مرتبة كما في الشكل (٢-٠١).



الشكل (٢-١): هوائي ياغي - بودا ونمط إشعاعه

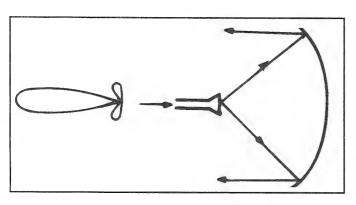
إن لهذا الهوائي نمطاً إشعاعياً كما هـو مـوضح في الشكـل (٢-١٠) ويعد كسبه عالياً، ويستخدم بكثرة في استقبال المحطات

التلفازية. ويصنع هذا النوع من مواسير مفرغة من الألومنيوم، ويوجد له دارة مواءمة للمانعة حتى يمكن ربطه مع الكبل المحوري.

هـ - الهوائي الصحني (Parabolic Antenna)

هل يمكن تركيز الإشعاع في اتجاه معين؟

لقد وجد عند استخدام الموجات الميكرووية بشكل خاص أنه إذا وضع الهوائي في البورة لسطح عاكس على شكل الصحن، فإننا نحصل على إشعاع مركز، ووجد أن عرض حزمة الإشعاع يكون قليلاً؛ ويسوضح الشكل (٢-١١) الهوائي الصحني ونمط إشعاعه.



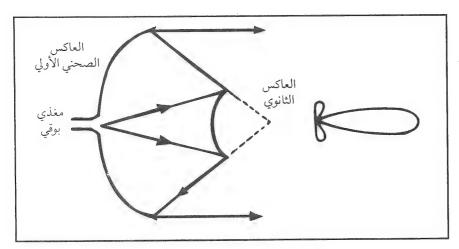
الشكل (٢-١١): الهوائي الصحني ونمط اشعاعه

يتميز هذا الهوائي بالكسب العالي الذي يعتمد على قطر الصحن المستخدم الذي يبلغ أحياناً بضعة أمتار. ويستخدم هذا الهوائي بكثرة في الاتصالات الميكرووية وغالباً تغطى الفتحة بغطاء يسمح بمرور الموجات، وذلك لحفظه من تأثير العوامل الجوية.

و - هوائی کاسیجرن (Cassegrain Antenna)

يستخدم هذا الهوائي عاكساً ثانوياً أمام المغذي الذي يعكس الموجات إلى العاكس الصحني الرئيس.

ويستخدم هذا النوع بكثرة في المحطات الأرضية للاتصالات الفضائية، وقد يصل قطر العاكس السرئيس إلى (٣٠) متراً ويمتاز بكسبه العالي وضيق حزمة إشعاعه. ويوضح الشكل (٢-١) هوائي كاسيجرن ونمط إشعاعه.



الشكل (٢-١٢): هوائي كاسيجرن ونمط اشعاعه

النشاط ٢--٢

اكتب تقريراً عن كيفية تصنيع الهوائي الصحني.

- ١ مما تتكون الموجة الكهرمغناطيسية؟
- ٢ تحدث باختصار عن أنواع الموجات الكهرمغناطيسية حسب طريقة انتشارها.
 - ٣ ما المقصود بطبقات الأيونوسفير؟
 - ٤ اذكر مواصفات كل طبقة من طبقات الأيونوسفير
- م. بين تأثير الليل والنهار في طبقات الأيونوسفير، وتأثير ذلك في الاتصالات بشكل عام.
- " ما العوامل المؤثرة في انعكاس الموجات على طبقات الأيونوسفير؟ وكيف يُستفاد من هذه الظاهرة؟
 - ٧ ما المبدأ الذي اتبعه الاتحاد الدولي للاتصالات بالنسبة لاستخدام النطاقات الترددية؟
 - / ما المقصود بالآتي: (EHF, UHF, HF, VHF)؟
 - ٩ بين بالرسم الاستقطاب العمودي والاستقطاب الأفقي.
 - ١٠ ما الفرق بين الاستقطاب الخطى والاستقطاب الدائري؟
 - ١١ احسب طول الموجة التي ترددها (1000 KHz)، وفي أي النطاقات تقع؟
- $\frac{\lambda}{2}$ ارسم هوائياً ثنائي القطب، وآخر أحادي القطب بطول ($\frac{\lambda}{2}$)، وبين كيفية تثبيت كل منهم بالنسبة للأرض.
 - ١٣ اذكر أجزاء هوائي ياغي، وارسم نمط إشعاعه.
 - ١٤ ارسم شكل الهوائي الصحني ونمط إشعاعه ولماذا سُمي بهذا الاسم؟
 - ١٥ ما أهم ميزات الهوائي الصحني؟ وما مجالات استخدامه؟
 - ١٦ ما مجال استخدام هوائي كاسيجرن؟
 - ١٧ اختر الإجابة الصحيح في كل فقرة من الفقرات الآتية:
 - أ أهم العوامل التي تؤثر في الموجة الكهرمغناطيسية: ·
 - (١) ضياع جزء من طاقتها في الأرض وطبقات الجو العليا.
 - (٢) الضجيج الذي يطرأ عليها نتيجة الأجسام المعدنية التي تقابلها.
 - (٣) كل ما سبق.
 - ب تمتاز الموجات الأرضية:
 - (١) بالانتشار لمسافات طويلة جداً فوق مياه المحيطات.
 - (٢) بوثوقيتها العالية.
 - (٣) كل ما سبق.
 - جـ يتكون الأيونوسفير في النهار من الطبقات:
 - F2, F1, E, D (1) على الترتيب.
 - .F, E, D (Y)
 - .F2, D (Y)

د - الاستقطاب هو:

- (١) عملية التجاذب بين أقطاب المغناطيس.
- (٢) اتجاه المجال الكهربائي للموجة الكهرمغناطيسية.
 - (٣) اتجاه انتشار الموجة الكهرمغناطيسية.

هـ - يعتمد الاستقطاب على:

- (١) وضع الهوائي بالنسبة للأرض (أفقياً أو رأسياً).
 - (٢) اتجاه المجال المغناطيسي.
 - (٣) اتجاه انتشار الموجة.
 - و من مميزات هوائي الدايبول المطوي:
 - (١) قوي ميكانيكياً.
- (٢) مناسب للربط مع خطوط النقل الفتوحة (٣٠٠ أوم).
 - (٣) كل ما سبق.
 - ز يعد هوائي ياغي بودا:
 - (١) هوائياً لا اتجاهياً.
 - (٢) ذا كسب منخفض.
 - (٣) الأكثر شيوعاً في مجال القنوات التلفازية.

أجهزة الاستقبال الإذاعي (Broadcast Receivers)

الوحدة الثالثية

ما وظيفة جهاز الاستقبال الإذاعي؟

إن أجهزة الاستقبال الإذاعي التي بدأ استخدامها في مطلع هذا القرن تلتقط الموجات الكهرمغناطيسية، وتحولها إلى طاقة صوتية مناسبة، ويتوقع منك بعد دراسة هذه الوحدة أن تكون قادراً على أن:

- ١ توضح أهمية أجهزة الإرسال والاستقبال واستخداماتها.
 - ٢ تتعرف جهاز الاستقبال الإذاعي سوبرهيتروداين.
 - ٣ تشرح العوامل التي تحدد جودة جهاز الاستقبال.
 - ٤ تحدد الأنواع المختلفة من الضجيج ومسبباتها.

ما نظام الاتصال؟

إن عملية الاتصال تعني نقل معلومات أو رسالة ما، حيث تحول هذه المعلومات إلى إشارات كهربائية بوساطة جهاز الإرسال، ومن ثم تنقل بـوساطة ناقل معين. ويقوم جهاز الاستقبال بـالتقاط تلك الإشارات وتحويلها إلى شكل مشابه تماماً

لإشارة المصدر (مشلاً إشارة صوت أو صورة) ويمثل الشكل (٣-١) نظام اتصال لنقل الصوت.

ولقد تطورت وسائل الاتصالات بشكل كبير جداً فاختصرت المسافات البعيدة، وهي تؤثر في مناحي الحياة كافة،

يحول الميكروفون الأمواج

الصوتية إلى إشارات كه ربائية يتم تضخيمها إلى المستوى المطلوب بوساطة المضخم الصوتي، ثم بوساطة المضمّن والمذبذب المحلي يتم تضمين إلا المذب المحلي أما المرشح بالإشارة الصوتية. أما المرشح

فيختار النطاق الصحيح

سياعة الستقبال جهاز الإرسال ميكروفون

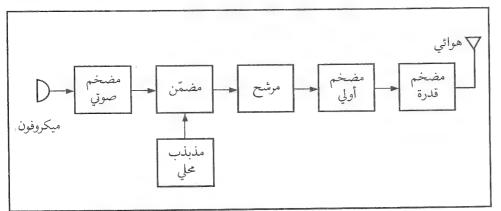
الشكل (٣-١): نظام اتصال لنقل الصوت

وأصبحت أداة رئيسة للتنمية الاقتصادية والاجتراعية.

ثانياً جهاز الإرسال

إن وظيفة جهاز الإرسال هي توليد إشارات راديوية يمكن التحكم بخواصها تبعاً لنوع المعلومات المراد إرسالها، وإن جهاز الإرسال مكون من عدد كبير من الدارات الإلكترونية كالتي درستها سابقاً مرتبطة معاً، حيث تؤدي كل وحدة وظيفة محددة.

وأبسط طريقة لفهم عمل جهاز الإرسال هي دراسة المخطط الصندوقي له، ويبين الشكل (٣-٢) مخططاً صندوقياً لجهاز إرسال تضمين اتساع.



الشكل (٣-٢): المخطط الصندوقي لجهاز الإرسال تضمين اتساع

للإرسال الإذاعي (٩) كيلو هيرتـز في تضمين الاتساع مثـلاً. وتضخّم الإشارة المضمّنـة بالمضخم الأولي، ثم بمضخـم القدرة (الذي قد يتكون من مراحل تضخيم عدة متصلة على التتابع).

ومما تجدر الإشارة إليه أنه عند استخدام الترددات العالية، يتم تضمين الإشارة الصوتية على تردد معين، ثم يمزج هذا التردد مع تردد آخر للحصول على التردد النهائي، وذلك لأنه يصعب تضمين الإشارة الصوتية مباشرة على التردد الراديوي المطلوب استخدامه.

تمرين

ارسم المخطط الصندوقي لعملية المزج التي تعطي التردد النهائي حسب ما ورد في الفقرة الأخيرة.

جهاز الاستقبال سوبرهيتروداين (تضمين اتساع) (Superheterodyne)

هل يمكن لجهاز الاستقبال التقاط أكثر من محطة بث إذاعي؟

من ناحية المبدأ، فإنه يمكن تصميم مراحل جهاز الاستقبال لتتناسب مع تردد إشارة حاملة معينة، إلا أنه إذا أردنا استخدامه لاستقبال إشارة حاملة أخرى، فقد لا نحصل على النتيجة المطلوبة إلا بصعوبة، وللتغلب على تلك الصعوبات، فقد تم تطوير دارات السوبرهيتروداين التي بموجبها يتم مزج جميع الإشارات الراديوية المستقبلة مع إشارة مذبذب محلي متغير التردد حتى نحصل باستمرار على إشارة ذات تردد بيني ثابت يمكن تضخيمها وكشفها بسهولة، وبذلك نضمن استقبالاً مناسباً لجميع الإشارات الراديوية في نطاق معين.

يوضح الشكل (٣-٣) المخطط الصندوقي لجهاز استقبال سوبرهيتروداين تضمين اتساع.

مضخم مضخم مازج مضخم مازج داديوي مضخم سياعة

يلتقط الهوائي الإشارة الراديسوية التي تضخم بالمضخم الراديوي، ثم تمزج مع إشارة المذبذب المحلي متغير التردد بوساطة ميكانيكياً مع مواسع متغير مربوط ميكانيكياً مع مواسع أخر في دارة المضخم

الشكل (٣-٣) المخطط الصندوقي لجهاز استقبال سوبرهيتروداين تضمين اتساع

الراديوي، وتضخم الإشارة بعد ذلك بوساطة المضخم البيني الذي يتكون عادة من أكثر من مرحلة تضخيم متصلة على التتابع. أما الكاشف فيستخلص الإشارة الصوتية من الإشارة البينية، ثم تضخم تلك الإشارة بوساطة المضخم الصوتي قبل وصولها إلى الساعة.

وعلى سبيل المثـال إذا أردنـا استقبال إشـارة حـاملة بتردد (٨٠١) كيلـو هيرتـز، فإن تـردد إشـارة المذبذب المحلي يكـون (١٢٥٦) كيلو هيرتز، وبالتالي فإن حرج المازج يحوي الإشارات الآتية:

إشارة بتردد (٢٠٥٧) كيلو هيرتز، وهو مجموع تردد الإشارة الحاملة والمذبذب المحلي.

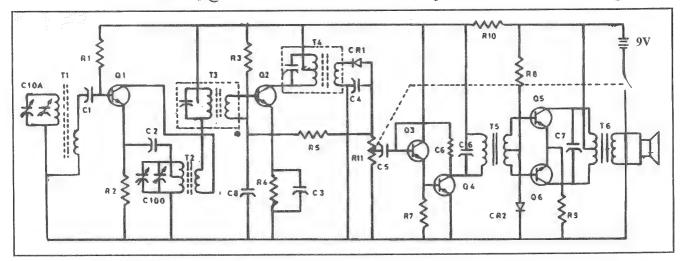
إشارة بتردد (٤٥٥) كيل هيرتز، وهو الفرق بين تردد المذبذب المحلي وتردد الإشارة الحاملة، وهي إشارة التردد البيني. وإشارات أخرى مثل: الإشارة الحاملة وإشارة المذبذب المحلي.

ومما يجدر ذكره هنا أن عملية المزج لا تغير من خواص الإشارات المستقبلة، بل تخفض التردد. وعلى هذا إذا كانت الإشارة الحاملة مضمنَّة تضميناً اتساعياً، فتبقى إشارة التردد البيني مضمَّنة اتساعياً.

وهنا قد تسأل: كيف يتم اختيار استقبال محطة بث جديدة؟ والحصول على التردد البيني نفسه؟

إن اختيار استقبال محطة بث إذاعي معينة يتم عن طريق تغيير توليف المضخم الراديوي والمذبذب المحلي بوساطة المواسعات المرتبطة ميكانيكياً التي تتغير سعتها، بحيث يبقى الفرق دائهاً بين تردد المذبذب المحلي وتردد التوليف لدارة المضخم الراديوي ثابتاً ومساوياً (٥٥٥) كيلو هيرتز.

يوضح الشكل (٣-٤) مثالاً لمخطط تفصيلي لجهاز استقبال سوبرهيتروداين بتضمين اتساع في النطاق (٢٦-٥-١٦٠) كيلو هيرتز.



الشكل ٣-٤): المخطط التفصيلي لجهاز استقبال إذاعي سوبرهيتروداين (تضمين اتساع)

انظر إلى الشكل (٣-٤) وحدّد ما يأتى:

١ - المازج. ٢ - مضخم التردد البيني ٣ - الكاشف. ٤ - مفتاح الصوت.

يلتقط الهوائي الإشارة المضمنة اتساعياً، ويعمل الترانزستور (Q1) كمضخم راديوي، ومازج في الوقت نفسه. أما التوليف فيتم عن طريق تغيير سعة المواسعات (C10 و C10 و). المحول (T3) هو المرشح البيني، أما الترانزستور (Q2) فهو مضخم التردد البيني. (CR1) هو كاشف تضمين الاتساع، بينها تعمل (Q3, Q4) كمضخهات أولية لتغذية مضخم دفع - جذب المكون من (Q5, Q6) والذي بدوره يغذي السهاعة.

قضية للمناقشة

ادرس كيف يمكن المحافظة على شدة الصوت ثابتة مهما اختلف بعد جهاز الاستقبال عن الإذاعة.

رابعاً نطاق ترددات البث الإذاعي

لقد حدد الاتحاد الدولي للاتصالات عدداً من الحزم في مجال الترددات المنخفضة والمتوسطة والعالية لاستخدامها على سبيل المثال لأغراض البث الإذاعي. وقد عمد مصممو أجهزة الاستقبال الإذاعي إلى تقسيم الحزم، بحيث يمكن إيجاد دارة رنين تناسب كل حزمه فرعية، وعلى سبيل المثال:

الحزمة (١٤٨ – ٢٨٣) كيلو هيرتز (الموجة الطويلة). الحزمة الأولى (٢٦٥ – ٢٠٦١) كيلو هيرتز (الموجة المتوسطة). الحزمة الثانية (٥٥,١ – ٦,٤) ميجا هيرتز (الموجة القصيرة ١). الحزمة الثالثة (٢,٤ – ٠,١٣) ميجا هيرتز (الموجة القصيرة ٢). الحزمة الرابعة (٠,١٢ – ٠,٤٣) ميجا هيرتز (الموجة القصيرة ٣) الحزمة (٨٨ – ٨٠٨) ميجا هيرتز (موجة تضمين تردد).

وهنا تجدر الإشارة إلى أن دارات الرئين المناسبة لكل حزمة يتم اختيارها بوساطة مفتاح خاص في جهاز الاستقبال يسمى مفتاح النطاق (Band Switch).

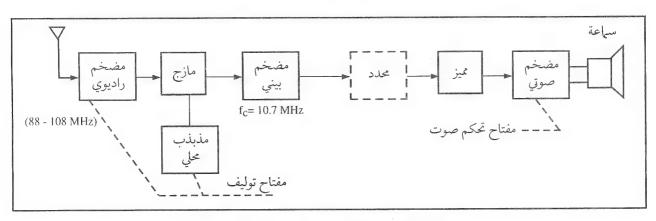
النشاط ٢-١

وضح الحزم الموجودة على جهاز المذياع المتوفر لديك.

جهاز الاستقبال الإذاعي سوبرهيتروداين تضمين تردد

101:

يشبه هذا النوع جهاز الاستقبال الإذاعي سوبرهيتروداين تضمين اتساع ما عدا الكاشف، حيث يستخدم الكاشف المميّز، وفي بعض الأحيان يسبق الكاشف المميّز دارة محدد اتساع، أما التردد البيني فيكون غالباً (١٠,٧) ميجا هيرتز. ويوضح الشكل (٣-٥) المخطط الصندوقي لجهاز استقبال إذاعي سوبرهيتروداين تضمين تردد.



الشكل (٣-٥): المخطط الصندوقي لجهاز استقبال تضمين تردد

سادساً } الضجيج (Noise)

هل تتأثر جودة الاستقبال الإذاعي إذا كان جهاز الاستقبال في منطقة صناعية مثلاً؟

إن الضجيج هو إشارات كهربائية تتغير شدتها عشوائياً؛ أي بصورة غير منتظمة، وهي تحدد المستوى الفعلي الذي يمكننا من سماع الإذاعة بوضوح، أو استلام البرقيات بصورة صحيحة. وللضجيج مصادر عدة أهمها ما يأتي:

الضجيج الناتج من الأنشطة الصناعية

تعتمد شدة الضجيج الناتج من الأنشطة الصناعية على التردد، حيث تقل بازدياد التردد. وأهم مصادره المحركات ومصابيح النيون وآلات الاحتراق الداخلي (السيارات) وخطوط نقل الطاقة الكهربائية. ويزداد هذا الضجيج في الأماكن السكنية عنه في الأرياف.

الضجيج الحراري الناتج من جهاز الاستقبال

ينتج الضجيج الحراري عن الحركة العشوائية للإلكترونات في عناصر الدارات الكهربائية في أجهزة الاستقبال، حيث تؤدي إلى ظهور فرق جهد يتغير عشوائياً على طرفي العنصر، وتعتمد شدة هذا الضجيج على درجة الحرارة، ولهذا يسمى الضجيج الحراري، ولا يمكن التخلص منه. إن الضجيج الذي يتكون نتيجة المقاومات الموجودة في المراحل الراديوية الأولى من جهاز الاستقبال يضخم بوساطة المراحل اللاحقة في الجهاز، ولذلك يظهر في خرج الجهاز بصورة قوية.

ومن ناحية أخرى فإن مرور التيار في الترانزستورات والدارات المتكاملة ليس منتظهاً، حيث ينتج أيضاً ضجيج حراري من هذه المكونات، يضاف إلى الضجيج الحراري الناتج من المقاومات.

٣ ضجيج الغلاف الجوي

ينتج ضجيج الغلاف الجوي عن بعض الظواهر الجوية كالصواعق، ويكثر حدوثه في الشتاء. إن التّفريغ الكهربائي الهائل الذي تنتجه الصواعق، يـؤدي إلى انتشار أمـواج كهرمغناطيسية تسمع بـوضوح على شكل قرقعة في أجهزة الاستقبال الموجودة على مسافات بعيدة من مكان حدوث الصاعقة.

وهناك نوع آخر من ضجيج الغلاف الجوي الناتج من عدم انتظام انعكاس الأمواج الكهرمغناطيسية عن طبقات الأيونوسفير. وكذلك يمكن أن يضاف إلى هذا النوع الضجيج الناتج من الانفجارات الشمسية التي تصدر أمواجاً كهرمغناطيسية قوية جداً قد تؤدي إلى تعطل بعض أنظمة الاتصالات، وخاصة تلك التي تعمل ضمن نطاق التردد العالي.

الضجيج الناتج من التداخل بين أنظمة الاتصالات

يحدث ضجيج التداخل بين أنظمة الاتصالات وخاصة التي ترسل قدرات عالية جداً، حيث تدخل الإشارات الناتجة منها مراحل جهاز الاستقبال الذي يعمل على نطاق قريب من الترددات التي تعمل عليها تلك الأجهزة، والتي يَمكن أن تؤثر في جودة الاستقبال. وفي بعض الأحيان، فإن تردداً معيناً يمكن أن يستخدم لخدمة معينة في منطقة جغرافية، ثم يعاد استخدام التردد نفسه في منطقة جغرافية أخرى. وبسبب طبيعة انتشار الموجات الكهرمغناطيسية، فقد يحدث تداخل بين الأجهزة على الرغم من أنها تقع في مواقع مختلفة.

يعبر عن مدى شدة الإشارات التي يمكن استقبالها بوضوح بها يسمى نسبة الإشارة إلى الضجيج، وتقاس هذه النسبة

بالديسبل. ويفضل أن تكون هذه النسبة أكبر ما يمكن. وهذه النسبة مهمة جداً في تصميم أنظمة الاتصالات. معامل الضجيج (Noise Figure)

يعد معامل الضجيج مقياساً للضجيج الذي يظهر في خرج جهاز الاستقبال في حالة عدم وجود إشارة في دخله، وهو النسبة بين الإشارة إلى الضجيج في خرج جهاز الاستقبال العادي إلى النسبة بين الإشارة إلى الضجيج في خرج جهاز استقبال مثالي خالٍ من الضجيج. فمثلاً إذا كانت (S) تمثل شدة الإشارة، (N) تمثل شدة الضجيج فإن معامل الضجيج (F):

 $F = \frac{(S/N)}{(S/N)}$ في جهاز استقبال مثالي (S/N)

العوامل التي تحدد جودة جهاز الاستقبال

سابعاً

إن أهم هذه العوامل هي الحساسية (Sensitivity) والانتقائية (Selectivity) ودقة الأداء (Fidelity).

الحساسية

يعبر عن الحساسية بمقدار شدة الإشارة اللازمة في دخل جهاز الاستقبال لإعطاء مستوى ثابت في خرج المضخم الصوتي، ويمكن التعبير عن شدة الإشارة بالميكروفولت أو الديسبل. أما العامل الرئيس في تحديد الحساسية فهو مقدار التضحيم في المراحل الأولية والبينية في الجهاز. إلا أنه يجب الانتباه إلى حقيقة أساسية وهي أن زيادة التضخيم بهدف زيادة الحساسية ستعمل على تضخيم الضجيج أيضاً، وعلى هذا فإن الحساسية مرتبطة ارتباطاً وثيقاً بمعامل الضجيج لجهاز الاستقبال.

الانتقائية ٢

الانتقائية خاصية تمكّن من التمييز بين الإشارة المرغوب فيها والإشارة غير المرغوب فيها. وتحدد الانتقائية أساساً بمقدار عرض نطاق المرشح المستخدم في المراحل الراديوية والبينية، وكلما كان عرض نطاق المرشح صغيراً كانت الانتقائية أكبر، ولهذا السبب تصمم دارات المرشحات لتمرير نطاق التردد المطلوب فقط.

دقة أداء الجهاز

تعرف دقة الأداء للجهاز بأنها مقدرت على إنتاج صورة صحيحة عن الإشارة المرسلة (الإشارة الصوتية الأصلية). وهذه الخاصية تعتمد على خواص المضخم الصوتي. وبها أن تضخيم المضخم الصوتي يقل عند الترددات العالية وعند الترددات المنخفضة أيضاً، فإنه يجب أن يصمم هذا المضخم لتمرير الترددات المنخفضة والعالية ضمن نطاق معين مثلاً (٣٠٠ - ٣٤٠٠) هيرتز.

جهاز الاستقبال منخفض الضجيج

كيف يمكن تقليل الضجيج في جهاز الاستقبال؟

تتطلب أجهزة الاستقبال في أنظمة الاتصالات وخاصة العاملة في مجال الترددات العالية وما فوقها مواصفات خاصة مثل: معامل ضجيج منخفض، وتضخيم مناسب، واستقرار في التردد والحماية من زيادة التحميل.

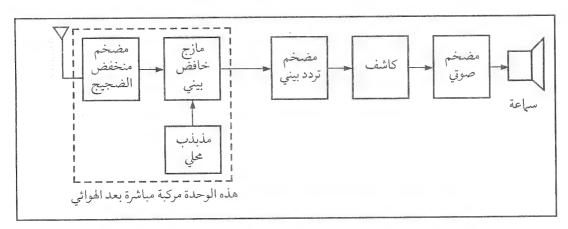
ولما كانت نسبة الإشارة إلى الضجيج هي العامل الرئيس الذي يحدد استقبال الإشارات، وأن الضجيج كها ذكرنا سابقاً يتكون في مراحل جهاز الاستقبال المختلفة مع الإشارة، إلا أن الضجيج الحراري له أهمية خاصة، ولهذا يشترط في مواصفات مراحل التضخيم أن تكون ذات معامل ضجيج منخفض. وقد وجد أن استخدام مرحلتين للتضخيم يكون كافياً في المراحل الأولية للجهاز. وبالإضافة إلى ذلك فإن تركيب مراحل التضخيم المذكورة مباشرة بعد الهوائي يعوض عن الخسارة التي ستحدث من خط النقل الذي يصل الهوائي بجهاز الاستقبال. وكذلك فإن استخدام ترانزستورات تأثير المجال ذات الضجيج المنخفض المصنوعة من زرنخيد الغاليوم تقلل من الضجيج في خرج الجهاز.

إن استقرار الترددات في المذبذبات المحلية أمر مهم جداً، وهذا يتم الحصول عليه باستخدام المذبذبات البلورية ذات درجة الاستقرار العالية.

كما وجد أيضاً أنه من المناسب استخدام دارة مازج ومذبذب محلي لتخفيض تردد الإشارة الراديوية إلى تردد آخر، وأن تكون تلك الدارات موجودة مباشرة بعد مراحل التضخيم الأولية ومركبة معها.

أما مرشح الانتقائية فيستخدم دارات خاصة تسمح بمرور النطاق المطلوب، وتستخدم البلورة كأجزاء رئيسة في مكونات ذلك المرشح.

ويوضح الشكل (٣-٦) مخططاً صندوقياً لجهاز استقبال منخفض الضجيج.



الشكل (٣-٦): المخطط الصندوقي لجهاز استقبال منخفض الضجيج

الشاط٣-٢

اكتب تقريراً عن القيم الحقيقية للحساسية والانتقائية ومعامل الضجيج لجهاز استقبال سوبرهيتروداين.

أسئلة وتمرينات

- ١ اشرح مستعيناً بالمخطط الصندوقي لجهاز إرسال تضمين اتساع عمل المراحل المختلفة لهذا الجهاز.
- ٢ ارسم مخططاً صندوقياً لجهاز الاستقبال سوبرهيتروداين تضمين اتساع، وبين كيفية الحصول على التردد البيني. وما قيمة
 هذا الة دد؟
 - ٣ ما اسم الحزم الموجودة في أجهزة الاستقبال الاذاعي البيتية؟
 - ٤ قارن باستخدام المخطط الصندوقي بين جهازي الاستقبال تضمين اتساع وتضمين ترددي.
 - ٥ اشرح باختصار أنواع الضجيج المؤثرة في أجهزة الاستقبال.
 - ٦ عرف كلاً من: معامل الضجيج، الانتقائية، الحساسية.
 - ٧ بيّن التعديلات التي تطرأ على جهاز الاستقبال ليصبح منخفض الضجيج.
 - ٨ اختر الإجابة الصحيحة في كل فقرة من الفقرات الآتية:
 - أ أهم ميزة لجهاز الاستقبال سوبرهيترداين:
 - (١) تحويل تردد المحطات المستقبلة إلى تردد ثابت هو التردد البيني.
 - (٢) أنه يحتوى على دارة الكاشف.
 - (٣) يستطيع تضخيم الإشارات الصوتية.
 - ب يكون التردد البيني لجهاز الاستقبال تضميناً ترددياً مساوياً:
 - (۱) ۷ , ۱۰ میجا هرتز.
 - (٢) ٤٥٥ كيلو هيرتز.
 - (۳) ۱ , ۷۰ میجا هیرتز.
 - جـ ينتج الضجيج الحراري في أجهزة الاستقبال من:
 - (١) عناصر الدارات الكهربائية للجهاز نفسه.
 - (٢) حرارة أشعة الشمس صيفاً.
 - (٣) التداخل بين المحطات المختلفة.
 - د دقة الأداء:
 - (١) هي الخاصية التي تبين قدرة جهاز الاستقبال على التقاط الإشارة المرسلة.
 - (٢) خاصية من خواص جهاز الاستقبال تبين قدرته على إنتاج صورة صحيحة عن الإشارة المرسلة.
 - (٣) لاشيء مما ذكر.

أجهزة الهاتـف (Telephone Sets)

الوحدة الرابعة

لقد ظهرت أنواع جديدة من أجهزة الهاتف، إضافة لجهاز الهاتف القرصي الذي درسته في الصف السابق. فكيف تعمل هذه الهواتف؟

لقد أدخلت تحسينات كثيرة على جهاز الهاتف القرصي، وذلك لمواكبة التطور الهائل في المقاسم الإلكترونية، وعلى ذلك فقد ظهرت وحدات ترقيم وتنبيه جديدة تستخدم في جهاز هاتف الكبسات وجهاز الهاتف بذاكرة، ويتوقع منك بعد دراسة هذه الوحدة أن تكون قادراً على أن:

- ١ تتعرف جهاز هاتف الكسات.
- ٢ تحدد مبدأ عمل جهاز الهاتف بذاكرة.
- ٣ توضع مبدأ عمل نظام الهاتف الداخلي (انتركوم).
- ٤ تتعرف جهاز الهاتف اللاسلكي (Cordless Telephone)

جهاز هاتف الكبسات

درست في الصف السابق جهاز الهاتف القرصي، وتعرفت مبدأ عمله وأجزاءه الرئيسة. وبظهور أجهزة هاتف جديدة، فإن أهم ما يميز أجهزة الهاتف عن بعضها هي وحدة الترقيم. ومن هنا فقد ظهر نوعان من هذه الأجهزة هما:

- جهاز الهاتف القرصي.
- جهاز الهاتف ذو الكبسات.

ولعل من المناسب تذكيرك بأن وظائف المكونات الأساسية لجهاز هاتف الكبسات مشابهة تماماً لتلك الوظائف في جهاز

وحدة الترقيم

الهاتف القرصي. إلا أن وحدي الترقيم والتنبيه ودارة الكلام تعمل بطريقة مختلفة، وذلك نتيجة التطور والتحسينات المهمة التي أضيفت عليها. ويوضح الشكل (٤-١) جهاز هاتف الكبسات الذي يتكون من الوحدات الآتية:

- ١ حامل السهاعة (الغطاس).
 - ٢ وحدة التنبيه.
 - ٣ المرسل.
 - ٤ المستقبل.
- ٥ الملف التأثيري ودارة الكلام.
 - ٦ وحدة الترقيم.

الشكل (٤-١): جهاز هاتف الكبسات

النشاط ٤ - ١

افتح جهاز هاتف الكبسات وتعرف الأجزاء الرئيسة المذكورة أعلاه.

ستدرس في هذه الوحدة بالتفصيل وحدتي الترقيم والتنبيه ودارة الكلام كما يأتي:

١ وحدة الترقيم

تعرف وحدة الترقيم بأنها تلك الوحدة التي تصدر إشارات كهربائية تمثل الرقم المطلوب، حيث يستقبل المقسم العام هذه الإشارات ويحللها، ويربط المشتركين معاً. تتكون وحدة الترقيم من لوحة الكبسات ودارات إلكترونية مثبتة على اللوحة الإلكترونية الرئيسة.

و يوضح الشكل (٤-٢) لوحة الكبسات التي تتكون من: أ - الملامسات. ب - القاعدة المطاطية.

ج - الكبسات.

انظر إلى الشكل (٤-٢) ما فائدة كل من القاعدة المطاطية وكبل التوصيل؟

تثبت الملامسات وخط وط الت وصيل (Conductors) على صفيحة رقيقة، وتغطى بقاعدة مطاطية ترتكز عليها الكبسات، وتعمل عمل النابض لترجع الكبسة إلى مكانها بعد زوال الضغط عنها، كما توجد على الجزء الأسفل من القاعدة المطاطية ملامسات كربونية تتصل بملامسات الصفيحة عند الضغط على أى كبسة.

تتصل لـوحـة الكبسـات مع اللـوحـة الإلكترونية الرئيسـة لجهاز الهاتف عبر وصلة كبل خاص.

وتتكون لوحة الكبسات من (١٦) كبسة يستخدم منها (١٢) كبسة تمثل الأرقام من صفر إلى تسعة، بالإضافة الى كبستي النجمة * والتكرار #.

إن الضغط على أي كبسة من الكبسات يسؤدي إلى تشغيل دارة إلكترونية على اللوحة

القاعدة الكبيات الكبيات الكبيات الطاطية الطاطية الملاطية الملاطية

الشكل (٤-٢): لوحة الكبسات

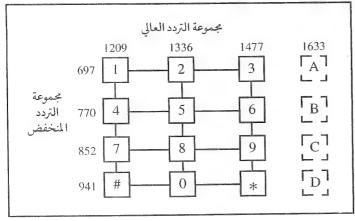
الإلكترونية الرئيسة، والتي تولد نغمتين صوتيتين يتم إرسالهما عبر خط المشترك إلى المقسم العام. ولكن ماذا تمثل هذه النغمات؟

عَثل هذه النغمات الكبسات المختلفة وترسل بسرعة، ولذلك فإن الوقت اللازم لإرسال خانات المشترك المطلـوب قليل بالمقارنة مع

الوقت اللازم لإرسال خانات الرقم باستعمال الهاتف القرصي.

تقسم النغمات إلى مجموعتين؛ إحداهما للتردد المنخفض (Low Group).

وكمثال على النغهات المتولدة، فإن الضغط على الكبسة (1) يـولد نغمتين تـرددهما (٦٩٧، ١٢٠٩) هيرتـز. وبشكل عـام يـوضح الشكل (٤-٣) الترددات التي تمثل أي كبسـة، والتي تتكـون من تـردد من مجموعـة التردد المنخفض، وتـردد من مجموعة التردد المنخفض.



الشكل (٤-٣): ترددات لوحة الكبسات

ويمكن معرفة ترددات أي كبسة من تقاطع مجموعة

التردد المنخفض مع مجموعة التردد العالي عند تلك الكبسة. فمثلاً الكبسة (٨) تمثل بالترددين (٨٥٢، ١٣٣٦) هيرتز.

حدد الترددات الممثلة لكل من الرقم (٥) والرقم (3).

وبها أن كل رقم يحتاج إلى ترددين لتمثيله، فقد سميت أجهزة الهاتف ذات الكبسات التي تستخدم هذا النمط من وحدات الترقيم، أجهزة هاتف الكبسات ذات النغمة المزدوجة متعددة الترددات. وكمثال على وحدة الترقيم، فإننا سنشرح وحدة ترقيم الجهاز (Krone) كها هو موضح في الشكل (٤-٤).

تتألف هذه الوحدة من الدارة المتكاملة (IC301) والعناصر الإلكترونية ولوحة الكبسات المرتبطة بها. فعندما يرفع المشترك سهاعته عن الغطاس، ويسمع نغمة الحرارة ويضغط على أي كبسة، فإن الملامس (S1) يفصل والملامس (S2) يغلق، فيؤدي ذلك إلى قطع فرق الجهد المستمر عن دارة الكلام، وبالتالي تصبح مفصولة عن خط المشترك.

تستخدم (IC301) البلورة (Q301) لتوليد ذبذبة بتردد (٣, ٦) ميجا هيرتز. إن الضغط على أي كبسة والسهاعة مرفوعة سيؤدي إلى تشغيل دارات تقسيم مختلفة، وذلك لتوليد النغهات الخاصة بكل كبسة.

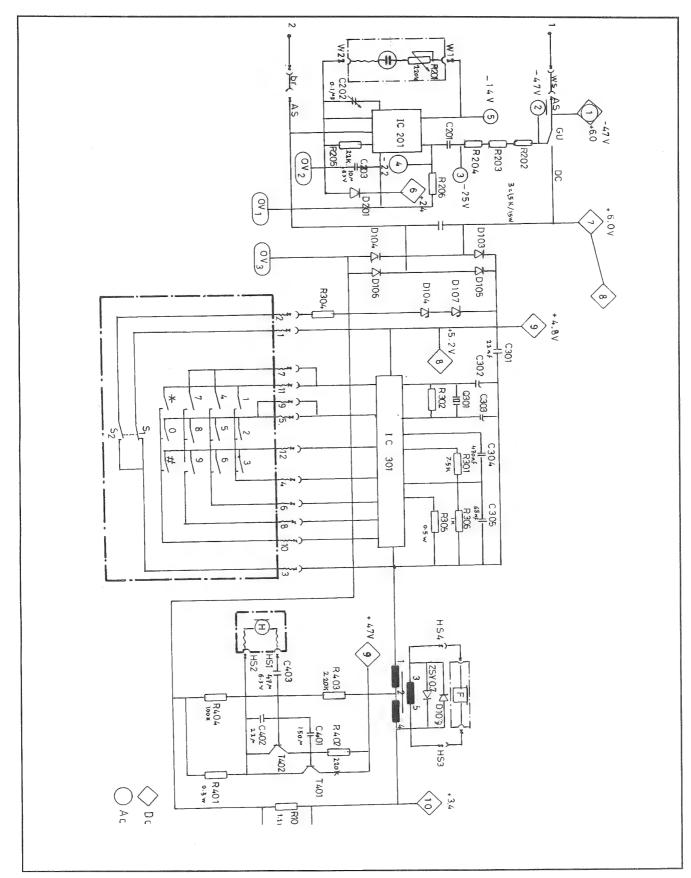
وتنتقل النغمات من مخارج الدارة المتكاملة (IC301) إلى الخط عن طريق مرشحات خاصة. يعمل الثنائيان (D108, D107) كمحدد لحماية دارة الكلام والترقيم من أي فولطية زائدة تنشأ عن عملية الترقيم.



تختلف وحدة التنبيه في هاتف الكبسات عنها في الهاتف القرصي، حيث تتكون هذه الوحدة من دارات الكترونية تقوم باستقبال تيار التنبيه المتناوب وتحويله إلى تيار مستمر لتشغيل دارة التنبيه. ومما يجدر ذكره أن جميع الشركات التي تصنع أجهزة الهاتف تستخدم المبدأ نفسه في تصنيع وحدات التنبيه في أجهزتها.

وبالرجوع إلى الشكل (٤-٤) نجد أن وحدة الترقيم ودارة الكلام تكونان مفصولتين عن خط المشترك إذا كانت السياعة على حامل الغطاس، وذلك لأن الملامس (Gu) يكون في حالة الفصل. وإذا أرسل المقسم تيار جرس إلى هاتف نوع (Krone) فإن فولطية متناوبة (٧٥-٥-١) فولط تتكون بين النقطتين (١)، (٢) اللتين تصلان خط المشترك بالمقسم.

يمر تيار الجرس عبر المسارات IC201 → C201 → R203 → R204 → R202 التي تحتوي على قنطرة تقويم (IC201) التي وثنائي زينر ثم تصل إلى النقطة (٢) من خط المشترك. وبذلك نجد أن الجرس المتناوب يشغّل الدارة المتكاملة (IC201) التي تحتوي أيضاً على مذبذبات مختلفة تغذي بدورها سهاعة خاصة مصنوعة من بلورة الكوارتز، فتحول الطاقة الكهربائية إلى صوت هو نغمة التنبيه المعروفة، كها هو موضح على النقطة (5) من الدارة المتكاملة (IC201). و يعمل المواسع (C203) على تنعيم الصوت الصادر عن وحدة التنبيه. أما المواسع (C201) فيحجب التيار المستمر من الدخول إلى وحدة التنبيه، كها يستخدم كسعة لجهاز الهاتف تدل في أثناء فحص المقسم لخط المشترك على أن جهاز الهاتف مربوط على الخط. أما القنطرة المكوّنة من (D100 - D100) فتعمل على ضهان ربط الهاتف بصورة صحيحة مهها اختلفت قطبية سلكي خط المشترك؛ أي أنه إذا عكس المشترك سلكي ربط جهاز الهاتف فلا يتأثر عمله.



الشكل (٤-٤): المخطط التمثيلي لهاتف نوع (KRONE)

۳ دارة الكلام

يستخدم المرسل الدينامي في دارات الكلام في هواتف الكبسات الحديثة، حيث يمتاز عن المرسل الكربوني بتحويله الموجات الصوتية إلى إشارات كهربائية بطريقة مشابهة لعمل وحدة المستقبل ذي الغشاء الممغنط التي درستها في الهاتف القرصي.

كما يحتوي دارة الكلام على مضخمات تضبط مستوى الصوت الصادر عن هاتف المشترك، بغض النظر عن بعد هذا الهاتف عن المقسم الها أنه يقع في المدى الذي يعمل فيه هذا المقسم. وبذلك فإن مستوى الصوت في أقرب نقطة من المقسم يكون إلى حد كبير مشابه لمستوى الصوت عند أبعد نقطة.

وبالرجوع إلى الشكل (٤-٤) نجد أن دارة الكلام تتكون من المرسل والمضخم والملف التأثيري والمستقبل.

عندما يرفع المشترك سهاعته لاستقبال مكالمة واردة، فتنقطع أولاً إشارة التنبيه بوساطة الملامس (Gu) الذي يصل بدوره دارة الكلام. مروراً بالملامس (S1) والقنطرة (D103 - D106) إلى خط المشترك. إذا تكلم الشخص في المرسل، فإن الإشارة الصوتية الخارجة تضخّم بالمضخهات المكونة من (T402, T401) وبوساطة الملف التأثيري تصل الإشارة الصوتية إلى خط المشترك. المواسع (C403) يحجب التيار المستمر عن المرسل. أما في حالة الاستقبال فتصل الإشارة الصوتية الواردة إلى المستقبل عن مستوى معين.

ولكن كيف يمكن التحكم بعمل المضخم؟

إن التيار الذي يمر في خط المشترك ويعتمد على بعد المشترك عن المقسم يولد فرق جهد على طرفي المقاومة (R104) التي تتغير قيمتها تبعاً للتيار المار بها؛ أي أن فرق الجهد يعتمد على بعد المشترك عن المقسم. إن فرق الجهد المذي يغذي المضخم يتغير حسب بعد المشترك عن المقسم؛ أي أن التضخيم يكون كبيراً في الحالة البعيدة عن المقسم، وقليلاً في الحالة القريبة من المقسم، وبهذا يبقى مستوى الصوت ثابتاً.

النشاط ٤ - ٢

ارسم المحطط الصندوقي المكافىء للمخطط التمثيلي في الشكل (٤-٤).

أجهزة الهاتف ذوات الترقيم النبضي

ثانیاً

ما المقصود بالترقيم النبضى؟

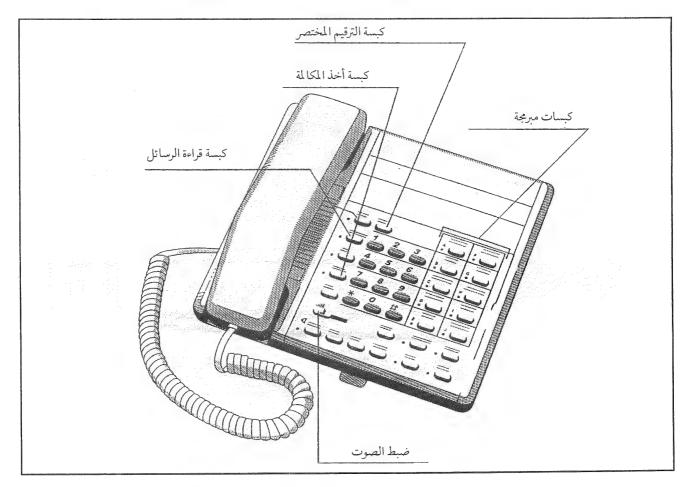
لعله من المناسب أن نذكر أنه توجد هواتف كبسات تستخدم وحدة ترقيم تولد نبضات كهربائية مشابهة للنبضات التي تولدها أجهزة الهاتف القرصي، وتسمى هذه الأجهزة أجهزة الهاتف النبضية ذوات الكبسات (Decadic Push Button Telephone Sets) إلا أنها تختلف عن هواتف الكبسات التي تولد نغهات صوتية بأنه لدى الضغط على كبسة، فإن ذلك يـؤدي إلى تشغيل دارة إلكترونية تولد نبضات عددها مساو عدد النبضات التي يولدها الهاتف القرصي عندما تدير القرص على الرقم ذاته الموجود على الكبسة التي ضغطت عليها. أما الوحدات الأخرى في هذه الأجهزة فهي تشبه الوحدات المستخدمة في الهاتف القرصي وهاتف الكبسات.

ارسم الدارة الإلكترونية التي تولد النبضات في جهاز هاتف ترقيم نبضي.

جهاز الماتف بذاكرة

كيف نستفيد من ذاكرة الهاتف؟

إن جهاز الهاتف بذاكرة يشبه هاتف الكبسات، مع إضافة دارات إلكترونية على اللوحة الرئيسة، بحيث تستطيع هذه الدارات تخزين أرقام هاتفية تصل إلى عشرين رقها أو أكثر. يعطى كل رقم مخزن رمزاً أو كبسة على لوحة الكبسات، بحيث يمكن طلب ذلك الرمز دون الحاجة إلى إرسال الرقم طلب ذلك الرمز دون الحاجة إلى إرسال الرقم المطلوب كاملاً. ويسمى ذلك اختصار الترقيم. تستخدم هذه الأجهزة بكثرة لدى الشركات والمكاتب الحكومية ورجال الأعمال لاسيا لتخزين الأرقام الوطنية والدولية، مما يختصر وقت الترقيم ويقلل الأخطاء. وتجدر الإشارة إلى أن هذه الهواتف مزودة بوحدة تغذية دائمة لتوفير الطاقة اللازمة للحفاظ على الأرقام المخزنة داخل الذاكرة. ويوضح الشكل (٤-٥) هاتفاً بذاكرة.



الشكل (٤-٥): جهاز الهاتف بذاكرة

خزّن عشرين رقماً في جهاز هاتف بذاكرة متوافر لديك .

أعطال جهاز هاتف الكبسات وصيانته

هل تختلف أعطال هاتف الكبسات عن أعطال الهاتف القرصي؟

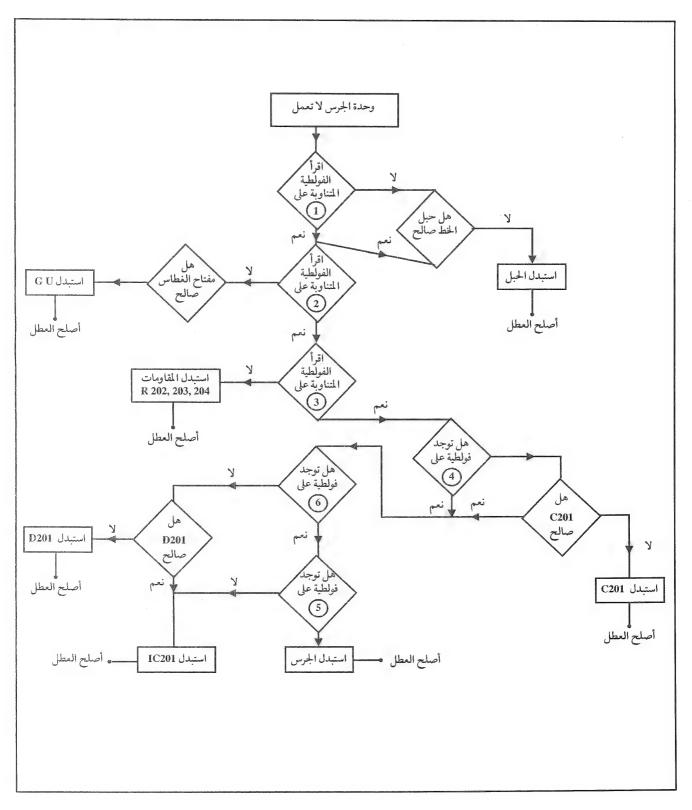
ألا توجد طرق خاصة لتحديد تلك الأعطال؟

من حيث المبدأ، فإن أعطال أجهزة هاتف الكبسات تشبه أعطال الهاتف القرصي، ويمكن حصرها فيها يأتي:

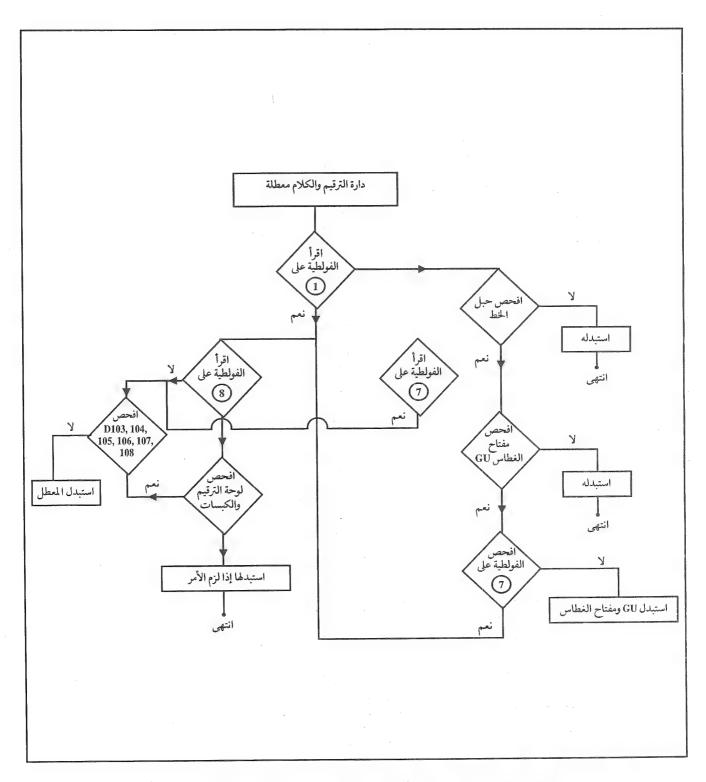
- ١ انقطاع نعمة الحرارة.
- ٢ استمرار استقبال نغمة الحرارة على الرغم من المباشرة بعملية الترقيم.
 - ٣ المشترك المطلوب لا يستقبل، ولا يسمع شيئاً.
 - ٤ تقطع الكلام في أثناء إجراء المكالمة.
 - ٥ حدوث مشكلات في الترقيم.
 - ٦ جرس التنبيه لا يعمل.
 - ٧ عدم وجود نغمة جانبية.
 - ٨ النغمة الجانبية عالية جداً.
 - ٩ حدوث جرس متقطع متابع للترقيم.
 - ١٠ مفتاح الغطاس لا يعمل.
 - ١١ ضعف مستوى الإرسال والاستقبال للكلام.

لمعالجة هذه الأعطال، يمكنك إجراء الفحوصات التي ذكرت عند إصلاح الأعطال في الهاتف القرصي، وبالإضافة إلى ذلك فستدرس إصلاح الدارات الآتية في هاتف الكبسات من نوع (Krone):

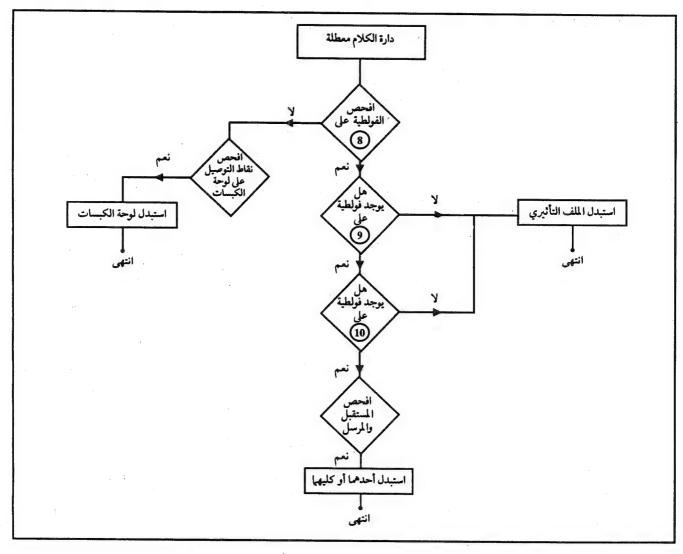
- إصلاح أعطال وحدة التنبيه، كما هو موضح في الشكل (٤-٦).
- إصلاح أعطال وحدة الترقيم والكلام، كما هو موضح في الشكل (٤-٧).
 - $^{\circ}$ إصلاح أعطال دارة الكلام، كما هو موضح في الشكل (٤-٨).
 - إصلاح أعطال دارة الاستقبال، كما هو موضح في الشكل (٤-٩).
 - اصلاح أعطال دارة الإرسال، كما هو موضح في الشكل (٤-١٠).



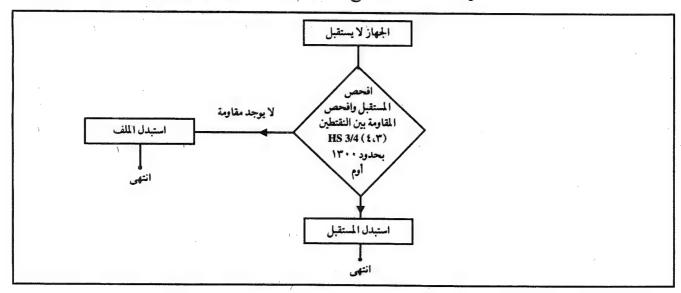
الشكل (٤-٦): خطوات إصلاح أعطال وحدة التنبيه



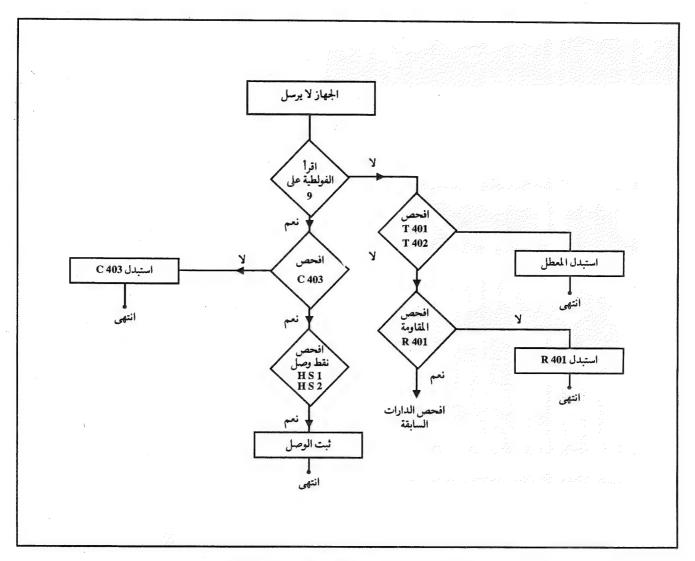
الشكل (٤-٧): خطوات إصلاح أعطال وحدة الترقيم، ودارة الكلام إذا كانتاً لا تعملان معاً



الشكل (٤-٨): خطوات إصلاح دارة الكلام إذا كانت معطلة وحدها



الشكل (٤-٩): خطوات إصلاح أعطال دارة الاستقبال



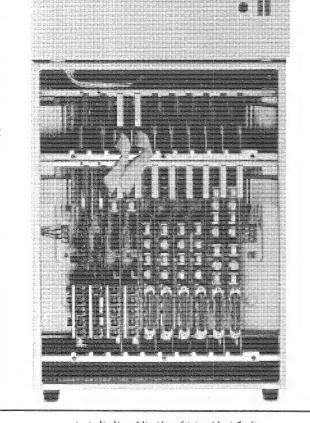
الشكل (٤-١٠): خطوات اصلاح أعطال دارة الإرسال

نظام الاتصال الداخلي

ما المقصود بنظام الاتصال الداخلي؟ أين يستخدم هذا النظام؟

يعرف نظام الاتصال الداخلي بأنه ذلك النظام الذي يوفر وسيلة اتصال لمجموعة عمل داخل مكاتب متجاورة تؤدي مهمة دورية مثل: مكتب لرئيس دائرة أو شركة أو فرع بنك. ويسوضح الشكل (٤-١١) صسورة لنظام اتصال داخلي. إن أنظمة الاتصال الداخلي هي شكل من أشكال المقاسم الفرعية التي ستدرسها لاحقاً.

تستخدم أنظمة الاتصال الداخلي شبكة سلكية خاصة لتأمين الاتصال بين المشتركين (الفروع) على هذا النظام، كما يرتبط هذا النظام مع شبكة الاتصالات الوطنية بعدد من الأرقام الهاتفية لتأمين حاجة الفروع لإجراء اتصالات خارجية.



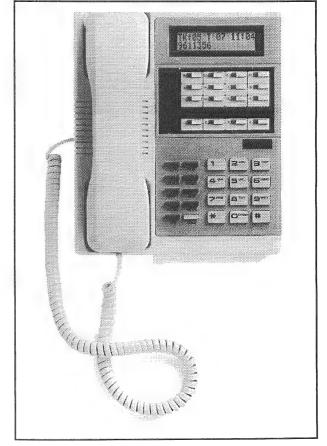
الشكل (٤-١١): نظام الاتصال الداخلي

وهنا قد تسأل: ما ميزات هذا النظام؟

تتصف أنظمة الاتصال الداخلي بما يأتي:

- ١ محدودية المنطقة التي تغطيها، حيث لا تزيد مسافة أبعد فرع
 عن (٥٠) متراً، بينها تصل هذه المسافة إلى (٣) كيلومترات
 أو أكثر في المقاسم الفرعية.
- ٢ تتطلب أنظمة الاتصال الداخلي أجهزة هاتف خاصة للفروع تختلف عن أجهزة الهاتف العادية، حيث تحتوي على ميزات فنية تمكن أي مستخدم من الإجابة عن المكالمات الخارجية الواردة، إضافة إلى مقدرتها على التعامل مع التسهيلات التي يوفرها نظام الاتصال الداخلي. ويوضح الشكل (٤-١٢) هاتف الاتصال الداخلي.

٣ - ترتبط أجهزة الهاتف في نظام الاتصال الداخلي مع الوحدة

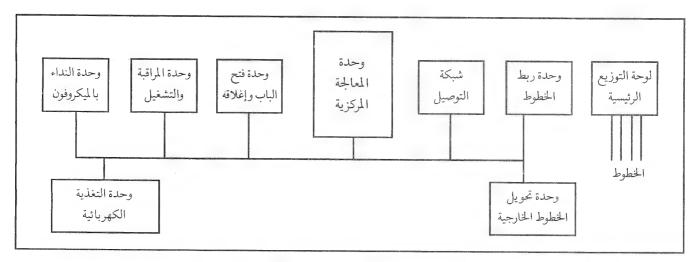


الشكل (٤-١٢): هاتف الاتصال الداخلي

- الرئيسة بزوجين من الأسلاك على الأقل، وهناك أنظمة اتصال داخلي يحتاج فيها ربط جهاز الهاتف الداخلي مع الوحدة الرئيسة إلى ستة أو ثمانية أزواج من الأسلاك.
- ٤ لا تحتاج أنظمة الاتصال الداخلي إلى مأمور مقسم؛ لأن أي جهاز هاتف يمكنه القيام بهذه المهمة، لا سيما في استقبال المكالمات الخارجية الواردة.
- ٥ يتم تصنيع أنظمة الاتصال الداخلي بسعات مختلفة تمثل عدد الخطوط الخارجية والداخلية التي يمكن ربطها على النظام،
 فمثلاً النظام (٢+٢) مجهز بخطين خارجيين وستة خطوط فرعية داخلية.

ا لمكونات الأساسية لنظام الاتصال الداخلي

يتكون النظام الداخلي من عدد من الوحدات الأساسية كها هو موضح في الشكل (٤-١٣)، وستدرس شرحاً مختصراً عن وظائف هذه الوحدات:



الشكل (٤-١٣): المخطط الصندوقي لنظام الاتصال الداخلي

أ - لوحة التوزيع الرئيسة

وتتكون من مجموعة من وحدات ربط الأسلاك، وتستخدم لربط الشبكة السلكية التي تربط أجهزة هاتف نظام الاتصال الداخلي مع وحدات ربط الخطوط الداخلية والخارجية.

ب - وحدة ربط الخطوط

وهي مجموعة لوحات إلكترونية تستخدم لربط الخطوط مع نظام الاتصال الداخلي، وتؤدي هذه اللوحات وظائف عدة؛ منها تزويد الفروع بالتغذية اللازمة لتشغيل هواتفهم، وتوصيل إشارات الفروع إلى وحدة المعالجة المركزية المركزية إلى الفروع أيضاً. ويوجد نوعان من هذه اللوحات؛ أحدهما لربط الفروع الداخلية، والآخر لربط الخطوط الخارجية، ويمكن للوحة الواحدة ربط أكثر من فرع أو خط خارجي عليها.

ج - وحدة تحويل الخطوط

تستخدم هذه الوحدة لتحويل الخطوط الخارجية (Central Office Lines) إلى هواتف الفروع الداخلية عند تعطل

نظام الاتصال الداخلي بشكل كامل، وذلك بهدف استقبال المكالمات الخارجية، والاستفادة من الخطوط الخارجية لإجراء مكالمات خارجية.

د - شبكة التوصيل (Switching Network)

ومهمتها تأمين مسار للكلام بين المشترك الطالب والمطلوب. كما تؤمن مسارات لاستقبال إشارات الترقيم ونغمة الحرارة وغيرها. وستدرس هذه الشبكة بالتفصيل لاحقاً.

هـ - وحدة المعالجة المركزية

وهي حاسوب صغير متخصص لتنفيذ البرامج الخاصة بإجراء المكالمات الهاتفية بين الفروع والمكالمات الخارجية الصادرة والواردة، كما تنفذ برامج لتشخيص الأعطال، وتحميل برامج التشغيل الخاصة بنظام الاتصال الداخلي، وهي أهم وحدة من وحدات هذا النظام.

و - وحدة النداء بالميكروفون (Paging Unit)

وتتكون من مضخمات صوتية وعدد من الميكروفونات الموزعة في المكاتب، وذلك لتأمين الاتصال المباشر بين العاملين دون استخدام الترقيم. وتتوافر في بعض الأنظمة سماعات لسماع صوت النداء عبرها في جميع المكاتب، فيتابع الشخص المعنى هذا النداء ويجيب عنه.

ز - وحدة التحكم في فتح الباب و إغلاقه

تتكون من سماعة ووحدة نداء، بالإضافة إلى قفل خاص تركب جميعها على المدخل الرئيس، كما يصلها خط اتصال مع وحدة التحكم الموجودة داخل نظام الاتصال الداخلي. عندما يريد شخص ما الدخول إلى مبنى تلك الشركة مثلاً، فإنه يضغط على كبسة معينة في الوحدة المركبة على الباب، فيؤدي ذلك إلى إرسال إشارة صوتية إلى الشخص المعني، فيقوم الموظف بالضغط على كبسة التحكم التي تقوم بدورها بفتح الباب.

ح - وحدة المراقبة والتشغيل (Operational Status Lamps)

إن وحدة المراقبة والتشغيل هي لوحة إلكترونية بسيطة مركب عليها مجموعة من المصابيح تعطي للمسؤول عن تشغيل نظام الاتصال الداخلي تلخيصاً عن حالة عمل النظام. كما تصدر هذه الوحدة وبناء على الأوامر الصادرة من وحدة المعالجة المركزية، إشارات إنذار وتنبيه تتعلق بحاجة النظام إلى أعمال صيانة؛ كانقطاع التيار الكهربائي الذي يغذي النظام مثلاً.

ط - وحدة التغذية الكهربائية (Power Supply Unit)

وتستخدم لتزويد النظام بالطاقة الكهربائية، فتحول التيار المتناوب إلى تيار مستمر تحتاجه اللوحات الإلكترونية المختلفة التي يتشكل منها نظام الاتصال الداخلي. وقد تشتمل وحدة التغذية الرئيسة على بطاريات احتياطية لتغذية النظام لفترة زمنية محددة في الحالات التي ينقطع فيها التيار الكهربائي الرئيس، وذلك للمحافظة على استمرار عمل الجهة التي تستخدم نظام الاتصال الداخلي. وعلى الأغلب تكون هذه البطاريات من نوع نيكل كادميوم أو بطاريات سائلة.

خصائص نظام الاتصال الداخلي

لقد تم تصميم أنظمة الاتصال الـداخلي لخدمة أعمال المؤسسات والشركات الصغيرة. ومن هنا فقـد تم أخـذ جميع

متطلبات الاتصال في مكاتب تلك المؤسسات والشركات بالاعتبار لتزيد من فاعلية العمل والأداء. إن نظام الاتصال الداخلي يزود بهذه الخصائص بوساطة برامج خاصة، وبعضها الآخر يستدعي إضافة لوحات إلكترونية للحصول على الخصائص الجديدة. إن عدد الخصائص التي يمكن إضافتها كبير، ويمكن الرجوع إلى كتب التعليمات الصادرة عن الشركات الصانعة لمعرفة تلك الخصائص، وسنكتفي فيها يأتي بعرض بعض الخصائص المهمة.

أ - خصائص وتسهيلات للخطوط الخارجية

نبين فيها يأتي بعض الخصائص المهمة:

- ١ . استقبال مكالمة على الخط الخارجي و إرسالها بالضغط على كبسة واحدة في جهاز هاتف نظام الاتصال الداخلي.
 - ٢ . توصيل مكالمة وردت على خط خارجي لشخص موجود خارج الموقع وتتصل بخط خارجي.
 - ٣ . الاتصال في أثناء انقطاع التغذية الكهربائية عن النظام.
 - ٤. تحويل المكالمات للشخص المعني.
 - ٥ . إصدار إشارات تنبيه للمكالمات الخارجية تختلف عنها للمكالمات الداخلية.

ب - خصائص وتسهيلات أخرى

- 1 . التحدث في اتجاهين (Call Waiting) مما يسمح لشخص أن يجيب عن مكالمة وردته وهو مشغول بمكالمة سابقة، حيث يضع المكالمة السابقة في حالة انتظار.
- ٢ . أخذ المكالمة الواردة (Call Pickup) حيث تسمح هذه الخاصية للشخص المجاور بأن يجيب عن مكالمة وردت لشخص غير موجود في مكتبه لحظة ورود المكالمة.
 - ٣ . إجراء مكالمة مع أشخاص عدة (Call Conference).
 - ٤ . إظهار الوقت والتاريخ على شاشة جهاز الهاتف

٣ صيانة نظام الاتصال الداخلي

تتعرض أجهزة نظام الاتصال الداخلي -كغيرها من الأجهزة- إلى أعطال، ويمكن تصنيف هذه الأعطال كما يأتي:

- أعطال البرمجيات.
- أعطال الأجهزة والوحدات.

وبها أن أنظمة الاتصال الداخلي الحديثة تعمل بتحكم وسيطرة وحدات معالجة مركزية وبرامج مخزونة في الذاكرات التابعة لوحدات المعالجة المركزية، فإن صيانة هذه الأنظمة يتطلب تدريب مختصين بدورات صيانة مكثفة، إضافة لتدريبهم على طريقة تحميل أنظمة الاتصال الداخلي بالبرامج والمعلومات التشغيلية، وكذلك تدريبهم على كيفية حفظ هذه المعلومات لاستخدامها مرة ثانية إذا ما حدث عطل رئيس في نظام الاتصال الداخلي.

ومن جهة أخرى يتم تدريب الموظفين المختصين على طريقة التعامل مع وحدات النظام المختلفة، وطريقة فتح النظام وإغلاقه، وتبديل اللوحات الإلكترونية ووحدات التغذية، وكتابة التقرير اللازم المتعلق بأعطال الوحدات لإرسالها إلى المشغل من أجل إصلاحها. وما يجب ذكره أنه يجب الرجوع إلى كتب التشغيل والصيانة المعدة من قبل الشركات الصانعة في أثناء معالجة الأعطال. كما يمكن استخدام برامج خاصة لتحديد الأعطال.

ومن الملاحظ أن أعطال البرمجيات تكون قليلة جداً، وعلى الأغلب تكون ناتجة عن خطأ مصنعي أو خطأ في تحميل

المعلومات إلى النظام. أما أعطال الأجهزة والوحدات فيمكن إجمالها كما يأتي:

أ - أعطال وحدة التغذية

تتعرض هذه الوحدة لأعطال يمكن أن يكون سببها انقطاع تيار الشركة، ثما يؤدي إلى توقف أحد عناصرها عن العمل مؤقتاً، ويحتاج إعادتها إلى العمل الضغط على كبسة (Reset).

وقد يكون السبب أحياناً انصهار المصهّر، وفي هذه الحالة يستبدل بمصهّر جديد بالمواصفات نفسها. أما إذا حدث تعطل في اللوحة الإلكترونية في وحدة التغذية، فتستبدل اللوحة المعطلة بأخرى سليمة، وترسل المعطلة إلى المشغل الإصلاحها.

ب - أعطال أجهزة الهاتف العائدة للفروع

تتعرض أجهزة الهاتف إلى أعطال منها:

- ١ . تعطل وحدة الإرسال.
- ٢ . تعطل وحدة الاستقبال.
- ٣٠٠ تعطل إحدى الكبسات المستخدمة لبعض الخدمات
- ٤٠ تعطل حبل السماعة أو حبل الخط الداخلي.
 - · · تعطل اللوحة الإلكترونية الرئيسة في الهاتف.
 - ٦٠ تعطل وحدة الترقيم.
- ٧٠ إضافة إلى ذلك، فقد تحدث أعطال في جهاز الهاتف مثل: احتراق مصباح الإنذار، أو تعطل دارة التنبيه والجرس وغيرها.

ج - أعطال وحدة المعالجة المركزية

ويمكن تلخيصها كما يأتي:

- النظام متوقف كلياً عن العمل، ويمكن أن يكون السبب تعطل وحدة التغذية، أو وحدة المعالجة المركزية أو شبكة التوصيل.
- ٢ · بعض الأرقام لا تعمل، وقد يكون سبب ذلك تعطل في وحدة ربط الخطوط، أو قطع في أسلاك التوصيل على وحدة التوزيع.
- ٣٠ النظام لا يعطي نغمات الحرارة والمشغول وغيرها، وقد يكون ذلك بسبب تعطل وحدة توليد النغمات، أو عطل محدود في شبكة التوصيل.
- ٤٠ النظام لا يصدر إشارة التنبيه، ويمكن أن يكون سبب ذلك تعطل وحدة توليد تيار الجرس في نظام الاتصال الداخلي.
 - أعطال متفرقة كتعطل وحدة النداء، أو وحدة تحويل المكالمات وغير ذلك.

النشاط ٤ - ٥

ادرس «كتالوج» أحد أنظمة الاتصال الداخلي، واكتب تقريراً عن خصائص جهاز الهاتف في النظام.

جهاز الهاتف اللاسلكي

ما الهاتف اللاسلكى؟ ما ميزاته؟

يتكون جهاز الهاتف الداخلي كها هو موضح في الشكل (٤-٤) من وحدة متنقلة (Hand Held Unit) ووحدة ثابتة (Base Station) ترتبط مع خط المشترك الذي بدورة يربطها مع المقسم العام. يتم الاتصال لاسلكياً بين الوحدة الثابتة والمتنقلة، وبذلك يمكن اعتبار أن كل وحدة تتكون من دارات للإرسال ودارات للاستقبال. ويوضح الشكل (٤-١٥) المكونات الأساسية لجهاز الهاتف الاسلكي.

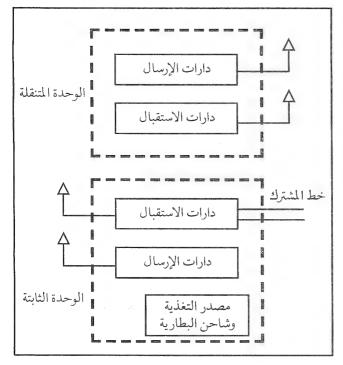
ميزات أجهزة الهاتف اللاسلكية

عتاز هذه الأجهزة بما يأتى:

- أ يمكن استخدامها لإجراء مكالمات أو استقبال مكالمات ضمن دائرة قطرها (٣٠٠) متر. كما تـوجد أجهـزة تعمل على مجال أوسع.
- ب تجهز الوحدة المتنقلة ببطارية قابلة للشحن غالباً ما تكون من نوع النيكل كادميوم، وتمكن الوحدة من العمل لساعات طويلة، قد تصل إلى خمس أو ست ساعات قبل شحنها مرة أخرى.
- ج يستخدم هذا الهاتف كنظام اتصال داخلي بين الوحدة المتنقلة والوحدة الثابتة دون التأثير في استقبال المكالمات الواردة.
- د تخزين الأرقام في الذاكرة مع إمكانية إعادة الرقم المطلوب الاتصال به (Last Number Redial).
- هـ توفر السرية في الاتصال عن طريق الرمز السري لكل وحدة، حيث إن دارات الاستقبال لا تعمل إلا إذا استلمت الرمز السري. كما يمنع الرمز السري إمكانية إجراء مكالمات باستخدام الوحدة المتنقلة حتى لو كانت تعمل على التردد نفسه.



الشكل (٤-٤١): جهاز الهاتف اللاسلكي



الشكل (٤-١٥): المكونات الأساسية لجهاز الهاتف اللاسلكي

- و يمكن لهذه الأجهزة إرسال إشارات الترقيم النبضي وترقيم النغات.
- ز توفر إمكانية تغيير ترددات الإرسال والاستقبال؛ أي وجود أكثر من قناة للاتصال، وهذا يساعد على التخلص من التشويش، أو التداخل مع أنظمة الاتصالات الأخرى.

المخطط التمثيلي لجهاز الهاتف اللاسلكي

سنتتبع معاً إجراء مكالمة على المخطط التمثيلي لهاتف لاسلكي كها هو موضح في الشكلين (٤-١٦)، (٤-١٧).

عند وضع المفتاح في وضع الكلام (Talk) في الوحدة المتنقلة، فإن دارة المذبذب (Q105) تولد نغمة. يضمَّن تردد المذبذب البلوري (Q104). تضميناً ترددياً بتأثير الثنائي (D101) الذي يتأثر بتلك النغمة، ثم تضخم الإشارة المضمّنة بالمضخم (Q103)، وأخيراً تضخم الإشارة بالمضخم (Q101) وأخيراً تضخم الإشارة بالمضخم (Q101) وتبث بوساطة الهوائي إلى الوحدة الثابتة.

يلتقط هوائي الموحدة الثابتة تلك الإشارة، وتضخم بوساطة المضخم (Q101) ثم بوساطة المازج (Q103) والمذبذب البلوري (Q102) والمرشح (F101) فإننا نحصل على التردد البيني الأول.

تحتوي الدارة المتكاملة (IC 101) على مذبذب بلوري ومازج للحصول على التردد البيني الثاني، وكذلك مضخم للتردد البيني الثاني وكاشف. تأخذ الدارة المكونة من (Q601, Q602) جزءاً من مخرج (IC 101) لاختيار النغمة وتضخيمها، ثم يصبح المرحّل (S401) في حالة وصل. يغلق الملامس (S401) خط الهاتف الذي يصل الوحدة الثابتة بالمقسم.

يستشعر المقسم إغلاق خط المشترك (الذي يشبه رفع السهاعة) فيرسل عبر الخط نغمة الحرارة التي تضخم بالمضخم (Q205). ويعمل المضخم (Q204) على تضمين إشارة المذبذب (Q203) تضميناً ترددياً. ثم تضخم الإشارة الناتجة بالمضخهات (Q201, Q202) وترسل عبر المحول (T202) إلى خطوط الكهرباء داخل المنزل التي تعمل كهوائي.

يستقبل الهوائي المكون من الملف (L201) في الوحدة المتنقلة تلك الإشارة، وتضخم بوساطة (Q201)، ثم بوساطة المذبذب (Q202) والمرشح (FL201) يتم اختيار التردد البيني الذي يضخم بالمضخات (Q204, Q205, Q206). ويتم كشف الإشارة ثم تضخم بوساطة المضخات الصوتية (Q302, Q303, Q304) وتصل إلى الساعة كنغمة حرارة عادية؛ أي أن المقسم مرتبط لاسلكياً مع الوحدة المتنقلة.

تستخدم لوحة المفاتيح لإرسال رقم المشترك المطلوب. أما الدارة المتكاملة (IC601) فتولد النغمات المناسبة، ثم ترسل إلى دارة المضمِّن الترددي (Q104) وتعالج بالطريقة نفسها التي أرسلت بها النغمة من الوحدة المتنقلة، وبالتالي تصل تلك الإشارات إلى المقسم.

7 - 8 little

ارسم المخطط الصندوقي المكافيء للشكل (٤-١٦).

أعطال جهاز الهاتف اللاسلكي

٣

سنذكر فيها يأتي بعض الأعطال الشائعة في نظام الهاتف اللاسلكي:

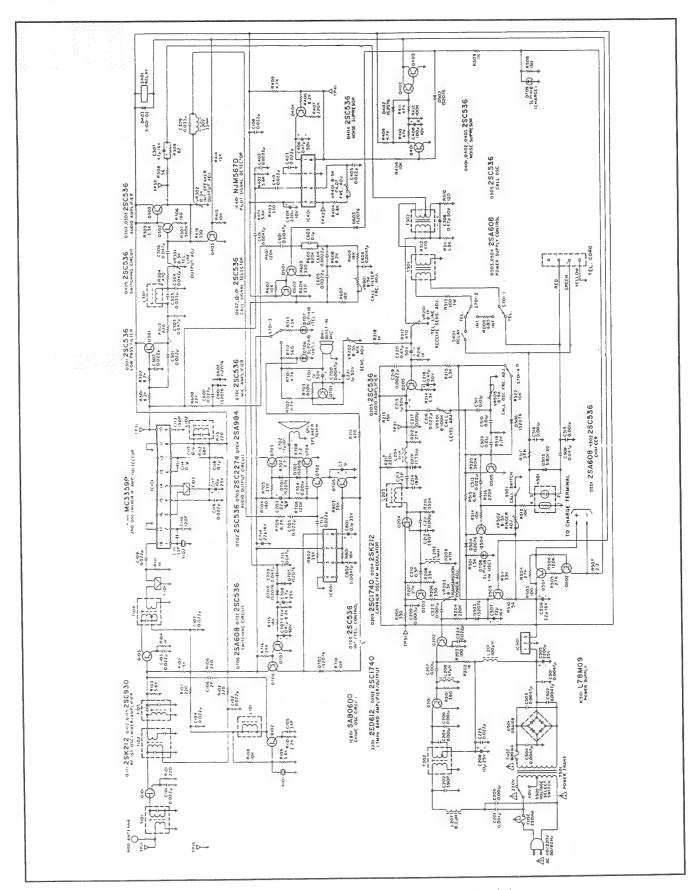
- أ تسمع تشويشاً في سماعة الوحدة المتنقلة، والسبب قد يعود إلى بعد المسافة عن الوحدة الثابتة.
- ب لا تسمع إشارة الجرس في الوحدة المتنقلة، وقد يكون السبب ضعف البطارية لاستعمالها فترة طويلة دون شحن.
 - ج لا تسمع نغمة الحرارة (سلك الخط غير متصل تماماً بالوحدة الثابتة).
 - د لا تستطيع إجراء مكالمة (الرمز السري غير مخزن في الوحدة).
- هـ تضغط على الأرقام التي تمثل رقم مشترك ما، فيجيبك مشترك آخر، وقد يكون السبب خطأ أو عطل في المفاتيح.
 - و تسمع صوتاً تحذيرياً لفترة معينة، والسبب ضعف البطارية، وحاجتها إلى الشحن.
- ز لا تستطيع إجراء مكالمة، وقد يعود السبب إلى أن التردد في القناة الذي تعمل عليه الوحدة المتنقلة مختلف عن تردد القناة في الوحدة الثابتة.

النشاط ٤ - ٧

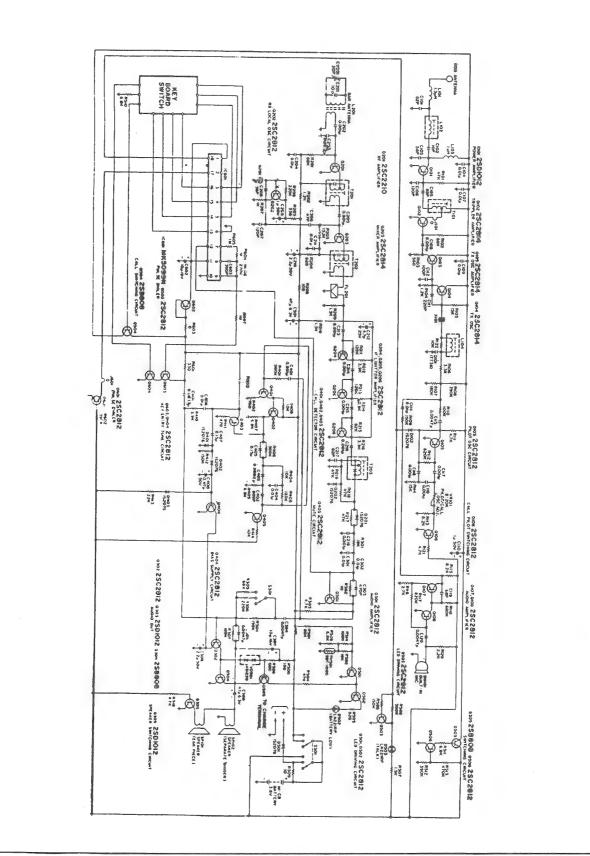
اكتب تقريراً عن حزم الترددات التي خصصتها مؤسسة الاتصالات لأجهزة الهاتف اللاسلكية.

قضية للمناقشة

ناقش التداخل بين أجهزة الهاتف اللاسلكي إذا كانت تستخدم ترددات غير مسموح باستخدامها في الأردن.



الشكل (٤-١٦): المخطط التمثيلي للوحدة الثابتة في الهاتف اللاسلكي



الشكل (٤-١٧): المخطط التمثيلي للوحدة المتنقلة في الهاتف اللاسلكي

- ١ اشرح عمل أجزاء دارة الترقيم في جهاز هاتف الكبسات.
- ٢ ارسم شكلاً يبين ترددات كل كبسة في جهاز هاتف الكبسات، وما ترددات الرقم «صفر»؟
 - ٣ لماذا سُمّيت أجهزة هاتف الكبسات ذات النغمة المزدوجة متعددة الترددات بهذا الأسم؟
 - ا قيمة فولطية الجرس التي يرسلها المقسم؟
 - ٥ اشرح مبدأ عمل دارة التنبيه في جهاز هاتف الكبسات.
 - ٦ ما المقصود بالترقيم النبضي؟
 - ٧ لماذا تزود أجهزة الهاتف ذوات الذاكرة بوحدة تغذية دائمة (بطارية)؟
 - ٨ عرف نظام الاتصال الداخلي.
 - ٩ ارسم مخططاً صندوقياً لنظام الاتصال الداخلي، وتحدث بإيجاز عن كل وحدة.
 - ١ اذكر ثلاث خصائص لنظام الاتصال ااداخلي لكل من:
 - أ تسهيلات الخطوط الخارجية.
 - ب تسهيلات عامة
 - ١١ ارسم مخططاً صندوقياً يبين المكونات الأساسية لجهاز الهاتف اللاسلكي.
 - ١٢ اذكر ثلاثة أعطال شائعة في جهاز الهاتف اللاسلكي.
 - ١٣ اشرح لماذا يتم إرسال رمز خاص بمجرد تشغيل وحدة جهاز الهاتف اللاسلكي المتنقلة.
 - ١٤ اختر الإجابة الصحيحة في كل فقرة من الفقرات الآتية:
 - أ تقوم القاعدة المطاطية الموجودة تحت الكبسات في جهاز الهاتف:
 - (١) بعزل الصفيحة عن الكبسات.
 - (٢) بالتوصيل بين الملامسات الموجودة على الصفيحة.
 - (٣) بحماية الصفيحة من الصدمات.
 - ب في حالة وضع سماعة هاتف الكبسات تكون:
 - (١) كل من دارة الترقيم والكلام مفصولتين.
 - (٢) كل من دارة الترقيم والكلام موصولتين.
 - (٣) دارة الكلام فقط مفصولة.
 - ج يتم تخزين أرقام هاتفية في بعض أجهزة الهاتف عن طريق:
 - (١) كبسات تشغيل دارة خاصة موجودة في الجهاز.
 - (٢) كبسات دارة الترقيم، حيث يُعطى لكل مخزن رقم أو كبسة خاصة.
 - (٣) جميع ما ذكر.

- د يمكن عن طريق نظام الاتصال الداخلي:
- (١) الاتصال لمسافة تصل إلى ثلاثة كيلومترات كالمقسم الفرعي.
 - (٢) لأي مُستخدم أن يجيب على المكالمات الخارجية الواردة.
 - (٣) لاشيء مما ذكر.
 - حـ تقوم وحدة المعالجة المركزية في نظام الاتصال الداخلي:
- (١) بتنفيذ البرامج الخاصة بإجراء المكالمات بين الفروع والمكالمات الخارجية.
 - (٢) بتنفيذ برامج لتشخيص الأعطال.
 - (٣) تحميل برامج التشغيل الخاصة بنظام الاتصال.
 - (٤) كل ما سبق ذكره.
 - و من ميزات جهاز الهاتف اللاسلكي:
 - (١) توفير السرية في الاتصال.
 - (٢) إمكانية استخدامه كنظام اتصال داخلي.
 - (٣) إمكانية تغيير ترددات الإرسال والاستقبال.
 - (٤) جميع ما ذكر.
 - ز تستخدم خطوط كهرباء الإنارة في المنزل كهوائي إرسال:
 - (١) لجهاز الهاتف القرصي.
 - (٢) لجهاز هاتف الكبسات ذي النغمات.
 - (٣) للوحدة الثابتة في جهاز الهاتف اللاسلكي.



الفصل الدراسي الثاني

المقاسم (EXCHANGES)

الوحدة الخامسة

ما المقسم؟ هل دخلت تقنيات جديدة في صناعة المقاسم؟

لقد درست سابقاً الشبكات السلكية وأجهزة الهاتف، وقد نوهنا بأن الهدف من إنشاء تلك الشبكات هو توفير وسيلة لربط هواتف المشتركين مع المقاسم لتأمين إجراء مكالمة هاتفية.

ومما تجدر الإشارة إليه أنه إذا ربطنا هاتفين بزوج من الأسلاك، وتوفر مصدر تغذية مناسب (بطارية مثلاً) مرتبط بكل هاتف، فإنه بإمكان هذين الشخصين التحادث مع بعضها في أي وقت. وإذا أراد أحدهما التحادث مع شخص ثالث أو رابع، فلا بد من تمديد أسلاك جديدة، وبزيادة عدد الهواتف يزداد عدد الأسلاك بصورة كبيرة، ويصبح ربط المشتركين ليس له جدوى اقتصادية. ومن هنا برزت الحاجة إلى وسيلة تؤمن ربط عدد من الهواتف بنظام معين يدعى المقسم. وبوساطته يمكن توفير وسيلة اتصال بين المشتركين كافة سواء بطريقة يدوية أو آلية. ويتوقع منك بعد انتهائك من دراسة هذه الوحدة أن تكون قادراً على أن:

- ١ تتبع تطور المقاسم.
- ٢ تتفهم مبدأ عمل المقاسم الآلية.
- ٣ تميز أنواع المقاسم، والميزات التي تقدمها المقاسم الإلكترونية.
 - ٤ تحدد أنظمة الإشارة في المقاسم العامة.
 - ٥ تشرح أنظمة الترقيم.
 - ٦ تتعرف المحاسبة والعدادات.
 - ٧ توضح استخدام المقاسم الفرعية.

تطور المقاسم

كانت المقاسم اليدوية تتيح ربط المشتركين بمساعدة عامل يسمى مأمور المقسم، وفي نهاية القرن التاسع عشر استطاع العالم الأمريكي «ستراوجر» (Strawger) اختراع مقسم آلي يوفر إمكانية ربط المشتركين مع بعضهم دون تدخل العامل البشري. وكانت تعتمد تلك المقاسم في عملها على أجزاء كهرميكانيكية تحقق ربط المشتركين.

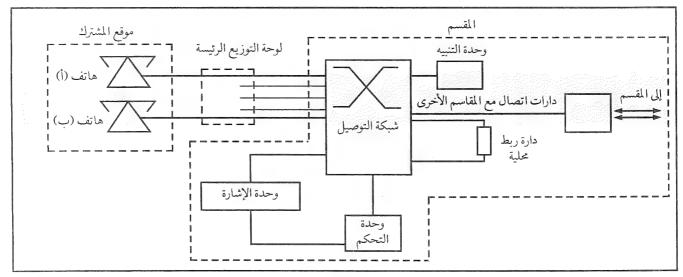
أما الجيل الثاني من المقاسم ويسمى الكروسبار (Cross Bar) فكان كهرميكانيكياً أيضاً، ومع بداية الخمسينات ودخول الحواسيب الإلكترونية في مجال الاتصالات، فقد تم تطوير وحدات التحكم المركزية في المقاسم لكي تستخدم أجهزة الحاسوب والبرمجيات المخزونة، وبذلك بدأ جيل المقاسم الإلكترونية التمثيلية. وبنجاح الإنسان في تحويل الإشارة التمثيلية إلى رقمية (Digital) باستخدام التضمين النبضي المرمَّز (PCM)، فقد طور الإنسان شبكات تـوصيل رقمية جديدة وأصبح هذا الجيل من المقاسم الرقمية (Digital Exchanges).

مبدأ عمل المقاسم الآلية

لماذا تسمى المقاسم الآلية بهذا الاسم؟ كيف يستشعر المقسم أن شخصاً ما يريد إجراء مكالمة هاتفية؟

إن إجراء مكالمة هاتفية يتطلب تبادل إشارات بين هاتف المشترك الطالب والمقسم، وبين هاتف المشترك المطلوب وإشارات حالة الخط قبل توفير مسار كلام (Speech Path) لربط الهاتفين معاً من قبل المقسم، ويوضح الشكل (٥-١) المخطط الصندوقي للمقسم. ولتوضيح مبدأ عمل هذا المقسم، فإننا سنتتبع الخطوات التي تتم عند إجراء مكالمة بين هاتف (أ) وهاتف (ب).

- عندما يرفع المشترك (أ) سماعة هاتفه عن الغطاس، فإن ملامسات الغطاس تغلق دارة كهربائية في المقسم تسمى دارة المشترك، وهذا يعني إشارة طلب خدمة من المقسم لإجراء مكالمة.
- ٢ تستشعر وحدة التحكم إغلاق الدارة الكهربائية، فترسل للمشترك عن طريق وحدة التنبيه نغمة الحرارة أو ابتداء



الشكل (٥-١): المخطط الصندوقي للمقسم

الترقيم (Dial Tone)، وهي إشارة كهربائية بتردد معين، ولكن ماذا يعني إرسال هذه النغمة؟ تسمع هذه النغمة في سماعة المشترك (أ) وتفيده بأن المقسم جاهز لاستلام إشارات الترقيم التي ستصدر عن هاتف. ومما يجدر ذكره أن وحدة التحكم تحجز مساراً في شبكة التوصيل، والتي يمكن اعتبارها مجموعة كبيرة من المفاتيح التي تصل عن طريقها نغمة ابتداء الترقيم إلى هاتف المشترك (أ).

- ٢ تحجز وحدة التحكم وحدة معينة لاستقبال إشارات الترقيم الصادرة عن هاتف (أ) وتخزينها.
- ٤ لدى قيام المشترك (أ) بإدارة قرص هاتف على أول خانة من رقم المشترك المطلوب، فإن وحدة التحكم تفصل نغمة الحرارة وتبدأ باستقبال إشارات الترقيم.
- عندما يكتمل إرسال إشارات الترقيم، فإن وحدة التحكم تترجم هذه الإشارات، وتحدد موقع دارة المشترك المطلوب،
 وتتفحص حالته، فإذا كان مشغولاً، فإنها ترسل للمشترك الطالب نغمة المشغول إعلاماً له بـوجوب إغلاق سماعته،
 ومحاولة الاتصال لاحقاً.
- آ إذا كان هاتف المشترك المطلوب غير مشغول فترسل وحدة التحكم عن طريق وحدة التنبيه إشارة الجرس إلى
 المشترك المطلوب الإعلامه بوجود مكالمة واردة له.
- لإعلام
 و الوقت نفسه، ترسل وحدة التحكم نغمه إلى المشترك الطالب تسمى نغمة الجرس العائدة (Ring Back Tone) لإعلام
 المشترك الطالب بأن عليه الانتظار حتى يجيب المشترك المطلوب.
- ٨ في الوقت الذي تحجز فيه وحدة التحكم مسارات لربط نغمة الجرس العائدة، فإنها تحجز مسار كلام في شبكة التوصيل ليتمكن المشتركان من تبادل الحديث.
- إذا رفع المشترك المطلوب سماعته، فإن وحدة التحكم تفصل نغمتي الجرس والجرس العائدة، وبذلك يمكن تبادل الحديث عبر دارة الكلام المحجوزة سابقاً في شبكة التوصيل.
- ١ عند انتهاء المكالمة يضع المشتركان سماعتيهما فتستشعر وحدة التحكم ذلك، فتفصل مسار الكلام وتحسب فترة إجراء المكالمة منذ رفع المشترك المطلوب سماعته، وتزيد قراءة عداد احتساب مكالمات المشترك الطالب.
- 11 إذا لم يستجيب المشترك المطلوب لإشارة الجرس بعد فترة معينة كونه خارج البيت مثلاً، فإن وحدة التحكم توقف إشارة الجرس، وتنبه المشترك الطالب بنغمة معينة (مشغول).
- 17 إذا كان المشتركان مربوطين على المقسم نفسه، فيتم الربط بينهما بوساطة دارة ربط محلية. أما إذا كانا مربوطين على مقسمين مختلفين، فيتم الربط بينهما عن طريق دارات الربط مع المقاسم الأخرى.
 - ١٣ إذا كانت الخطوط بين مقسم ومقسم آخر كلها مشغولة، فيعطي المقسم نغمة خاصة تدل على ذلك.

ثالثاً أنواع المقاسم

ما أوجه الاختلاف بين المقاسم العامة؟ كيف يتم بناء شبكات الاتصالات الوطنية والدولية؟

توجد طرق عديدة لتصنيف المقاسم، ولكن تبسيطاً للموضوع، فسنصنف المقاسم تبعاً لما يأتي:

- تقنية التحكم وأسلوب العمل.
- موقع استخدام المقسم في شبكات الاتصالات.
 - نستعرض فيها يأتي طرق التصنيف السابقة.

تطورت تقنية التحكم في المقاسم، ولذلك ظهرت الأنواع الآتية منها:

أ - المقاسم اليدوية

تسمى هذه المقاسم المقاسم اليدوية، لأن ربط المشتركين يتم كاملاً بمساعدة مأمور المقسم. وتوجد مقاسم يدوية ذات تغذية علية (لكل مشترك بطاريته الخاصة به)، ومقاسم ذات تغذية مركزية ، ويعني ذلك أن جميع المشتركين المرتبطين على هذا النوع من المقاسم يصلهم التيار الكهربائي من مصدر رئيس موجود في المقسم.

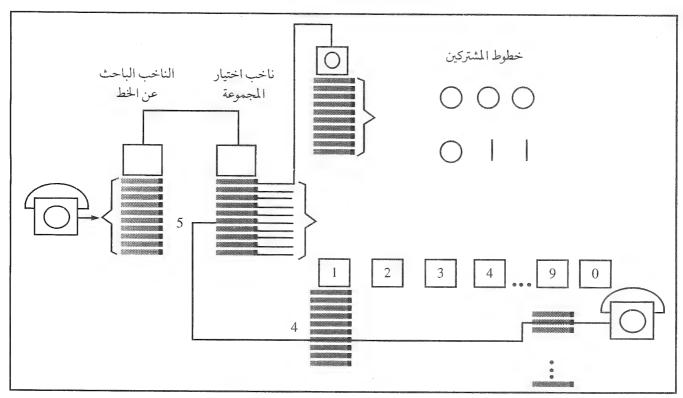
ب - المقاسم الآلية

إن تشغيل هذه المقاسم وربط المشتركين مع بعضهم يتم بطريقة آلية، وقد ظهرت الأنواع الآتية من هذه المقاسم:

ا . مقسم الخطوة خطوة (Step-by-Step)

يتكون مقسم الخطوة خطوة من وحدات كهرميكانيكية عدة تسمى نواخب، وفيها يأتي أهم الأنواع المستخدمة، كما هي موضحة في الشكل (٥-٢) الذي يمثل طريقة ربط (١٠٠٠) مشترك بمقسم الخطوة خطوة.

- الناخب الباحث عن الخط: يتكون هذا الناخب من عشرة ملامسات، كما هو في مقسم "ستراوجر" يرتبط فيها خطوط



الشكل (٥-٢): طريقة ربط المشتركين في مقسم الخطوة خطوة

- التوصيل وذراع توصيل. وإذا رفع أي مشترك سهاعته، فإن هذا الناخب يستطيع أن يحدد المشترك الطالب ويوصله عن طريق ذراع التوصيل إلى ناخب المجموعة الذي بدوره يزود المشترك الطالب بنغمة الحرارة.
- ناخب المجموعة: يتكون هذا الناخب أيضاً من عشرة ملامسات وذراع توصيل، ويتحرك تبعاً لعدد النبضات التي تمثل الخانة الأولى من رقم المشترك المطلوب.
- الناخب النهائي: وهو مكون من (١٠٠) ملامس ترتبط بها خطوط المشتركين ومرتبة في عشرة صفوف. أما ذراع التلامس فيتحرك رأسياً وأفقياً تبعاً لعدد النبضات التي تمثل آخر خانتين من رقم المشترك المطلوب.



) - o

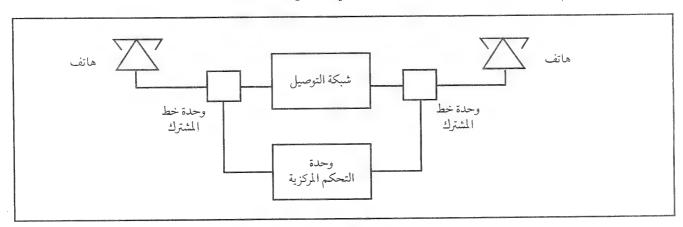
إذا كان رقم المشترك المطلوب هو (٥٤٩) وعندما يرفع المشترك الطالب سماعته، فإن الناخب الباحث عن الخط يصل الهاتف بأحد نواخب المجموعة والذي يتحرك (٥) خطوات رأسية لحجز ناخب من مجموعة النواخب النهائية. أما الناخب النهائي فيتحرك رأسياً (٤) خطوات، ثم أفقياً (٩) خطوات وبذلك يتم الاتصال بالمشترك المطلوب.

تمرين

وضح بالرسم طريقة الاتصال بمشترك رقم (٣٢٠) بوساطة مقسم الخطوة خطوة.

٢. مقسم الكروسبار

يتكون مقسم الكروسبار من الوحدات الآتية الموضحة في الشكل (٥-٣):

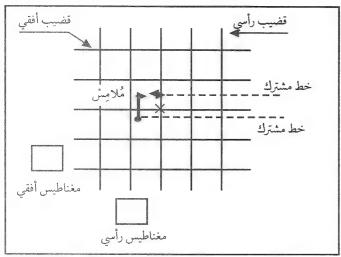


الشكل (٥-٣): المخطط الصندوقي لمقسم كروسبار

- وحدة خط المشترك: إذا رفع المشترك سماعته، فإن هذه الوحدة تستشعر ذلك، فترسل إشارة إلى وحدة التحكم المركزية التي تزود المشترك الطالب بنغمة الحرارة عن طريق وحدة خط المشترك.
- شبكة التوصيل: تتكون من عدد كبير من الملامسات المرتبة على شكل مصفوفة، وتتصل بخطوط المشتركين، كما هو

موضح في الشكل (٥-٤).

يتحكم بإغلاق الملامسات مجموعة من القضبان الرأسية والأفقية، التي يتحكم بحركتها مجموعة من المغانط. إذا سرى تيار في ملف مغناطيسي أفقي مثلاً، وكذلك في ملف مغناطيسي رأسي، فإن القضبان الأفقية والرأسية تتحرك، وبذلك يغلق الملامس الموجود في نقطة تقاطع القضبان، وبهذا يتم وصل خطي المشتركين.



الشكل (٥-٤): شبكة التوصيل

- وحدة التحكم المركزية: تستقبل هذه الوحدة النبضات التي تمثل رقم المشترك المطلوب وتخزنها، ثم تصدر الأوامر لتشغيل المغانط الرأسية والأفقية التي تغلق الملامس المناسب الذي سيصل خطي المشتركين الطالب والمطلوب. كما تصدر هذه الوحدة جميع النغمات اللازمة لإتمام عملية اتصال المشتركين، وتتحكم بجميع الاجراءات اللازمة لربط المشتركين معاً.

ج - المقاسم الإلكترونية

هل استفادت المقاسم من التقنيات الحديثة؟ وما المزايا التي توفرها المقاسم الحديثة؟

لقد تطور علم الحاسوب تطوراً كبيراً في السنوات الأخيرة، وتم استخدام الحواسيب بشكل واسع لخدمة أغراض الاتصالات، ولا سيما في وحدات التحكم المركزية للمقاسم الإلكترونية، وبذلك امتازت المقاسم الإلكترونية عن المقاسم الكهرميكانيكية بما يأتي:

- إن جميع خطوات إجراء مكالمة هاتفية تنفذ بتحكم وسيطرة أجهزة الحاسوب.
 - تقدم المقاسم خدمات وميزات كثيرة، خاصة في مجال التشغيل والصيانة.
- سعاتها من الأرقام كبيرة، ويمكن زيادتها، كما تمتاز بانخفاض تكلفتها، وصغر المساحة المطلوبة لتركيبها.
 - درجة الوثوقية والمرونة في استخدام هذه المقاسم عالية .

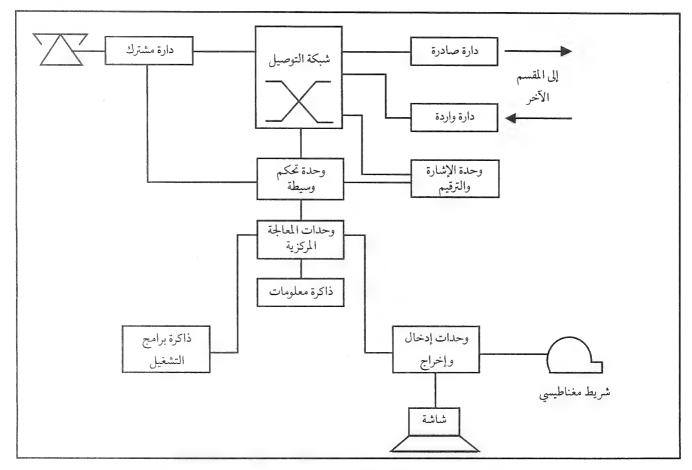
لهذه الأسباب وغيرها، فقد انتشرت المقاسم الإلكترونية، وأصبحت الخيار الأفضل المتاح في الأسواق العالمية. ولعلك تسأل: كيف يعرّف المقسم الإلكتروني؟

إنه المقسم الذي تقوم فيه أجهزة الحاسوب ذات البرامج المخزنة في وحدات الذاكرة بتحليل ومعالجة متطلبات إجراء أي اتصال، سواءً أكان اتصالاً هاتفياً أم رسائل ناسوخية بين المشتركين. وبصورة عامة، يمكن تصنيف المقاسم الإلكترونية إلى مقاسم إلكترونية إلى مقاسم إلكترونية وقمية (Digital).

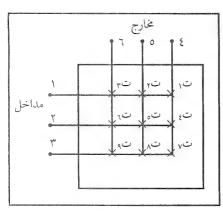
١ . المقسم الإلكتروني التمثيلي

تكون شبكة التوصيل في هذه المقاسم على شكل مصفوفات تعمل على نقل الإشارات التمثيلية، ويأخذ كل مسار كلام طريقاً كهربائياً ضمن الشبكة. ويوضح الشكل (٥-٥) المكونات الأساسية للمقسم الإلكتروني التمثيلي، وهي:

- دارة المشترك: توصل خطوط المشتركين إلى لوحات إلكترونية خاصة، وتخصص لكل مشترك دارة تسمى دارة المشترك. تستقبل هذه الدارة وترسل إشارات الكلام والتنبيه، وكذلك تتحسس وضع سماعة هاتف المشترك. ويمكن أن تحول الإشارات التمثيلية إلى إشارات رقمية باستخدام تقنية التضمين المرمّز، وإرسالها إلى شبكة التوصيل.



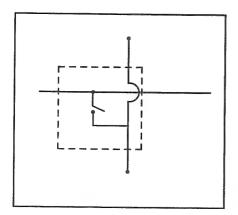
الشكل (٥-٥): المكونات الأساسية للمقسم الإلكتروني التمثيلي



- شبكة التوصيل: كيف تنفذ هذه الشبكة عملية توصيل المشتركين في المقاسم التمثيلية؟ تتكون شبكة التوصيل من عدد من الملامسات مرتبة على شكل مصفوفة ذات مداخل ومخارج كها في الشكل (٥-٦). فمثلاً يمكن للخط (١) أن يتصل مع الخط (٤) إذا أغلق الملامس (ت،)، وكذلك يمكن للخط (٥) أن يتصل مع الخط (٢) إذا أغلق الملامس (ت،) وبذلك نرى أن هذه المصفوفة يمكن أن تؤمن وسيلة اتصال بين عدد من الخطوط الداخلية والخارجية، ولعلك تتساءل: كيف يحقق الملامس (ت،) عملية اتصال الخط (٤) والخط (١)؟

يوضح الشكل (٥-٧) طريقة اتصال الملامس بين الخطوط. ومما تجدر الشكل (٥-٦): شبكة التوصيل الإشارة إليه أن هذا الملامس يمكن أن يكون ملامس مرحّل أو ترانزستور في حالة تشبع في دارة إلكترونية.

تصنع مصفوفات التوصيل بسعات (٤×٤) أو (٨×٨) أو (١٦×١٦). ولزيادة سعة المقسم يستخدم عدد من



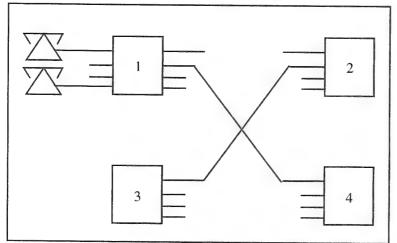
الشكل (٥-٧): الملامس

المصفوف ات على شكل مراحل، حيث تتصل المراحل مع بعضها بوساطة وصلات داخلية. كما هو مبين بالشكل (٥-٨).

يسمى هذا النوع من شبكات التوصيل الشبكات التمثيلية ذات تقسيم الحيّز. لأن كل مكالمة تحجز مساراً محدداً خاصاً بها. وكها هو واضح من الشكل فإذا ربطنا المصفوفة (1) بخطي اتصال مع المصفوفة (2) و(4) فإنه يمكن للمشتركين المرتبطين على المصفوفة (1) الاتصال مع المشتركين

المرتبطين على المصفوفتين (2) و(4)، وهكذا تزيد إمكانية ربط المشتركين مع بعضهم. وبذلك تستنتج أنه بزيادة عدد المصفوفات وربطها مع بعضها بخطوط اتصال مناسبة، فإن سعة المقسم تزداد.

أما التقنيات الحديثة لشبكات التوصيل فتستخدم نظام الترميز النبضي الذي سيتم شرحه لاحقاً.



الشكل (٥-٨): شبكة توصيل بمراحل عدة

النشاط ٥ - ١

كوّن دارة إلكترونية مكافئة للملامس في الشكل (٥-٧).

- وحدة التحكم الوسيطة: تتكون وحدة التحكم الوسيطة من عدد من الوحدات الفرعية التي توائم بين احتياجات شبكة التوصيل لفرق جهد تشغيلي أعلى من ذلك المستخدم في وحدة المعالجة المركزية، كما توائم بين السرعة العالية لتنفيذ العمليات في الحاسوب والسرعة البطيئة في شبكات التوصيل، ومن أهم الوحدات الفرعية:
- * وحدة الفاحص: ومهمتها مراقبة حالة دارة المشترك ووحدات نظم الإشارة، وذلك لمعرفة ما إذا كان هاتف المشترك مشغولاً أم غير مشغول، وكذلك تستقبل إشارات الترقيم وخاصة من الهواتف القرصية، وتزويد وحدة المعالجة المركزية بهذه المعلومات التي تخزن في ذاكرة خاصة موجودة في وحدة الفاحص، وتسمى ذاكرة الفاحص.
- * وحدة التحكم في شبكة التوصيل: ومهمتها ترجمة التعليمات من وحدة المعالجة المركزية بقصد تكوين أو إخلاء

- مسارات الكلام التي تُحجز في شبكات التوصيل.
- * وحدة التحكم في المرحّلات: ومهمتها تشغيل أو إيقاف المرحّلات بناء على التعليهات الصادرة من وحدة المعالجة المركزية، وذلك لإصدار إشارات إلى المشتركين ودارات الاتصال ودارات الخدمات الأخرى. وهناك نوعان من هذه الوحدات أحدهما للمرحّلات السريعة؛ كمرحّلات الإنذار والأعطال وأنظمة الإشارة، والآخر للمرحّلات البطيئة ذات السرعات العادية المستخدمة في مسارات الكلام.
- وحدة المعالجة المركزية: تشتمل وحدة المعالجة المركزية على أجهزة حاسوب متخصصة في مجالات الاتصالات، وتتحكم عن طريق البرامج المخزونة في ذاكرة برامج التشغيل بجميع الإجراءات المتعلقة بالمكالمات الهاتفية. ترسل هذه الوحدة الأوامر من خلال وحدات التحكم الوسيطة، وتستقبل المعلومات عن حالة جميع الوحدات المتصلة بها وتحللها. وبالإضافة إلى ذلك تقوم هذه الوحدة بأعمال التشغيل والصيانة وإرسال إشارات الإنذار للعاملين، وتزويدهم برسائل مكتوبة تطبع على الشاشات والطابعات المتصلة بها. كما تقوم بتحديث قراءات عدادات المكالمات، وتسجيل المعلومات الخاصة بالمكالمات لغايات المحاسبة، كما في المقاسم الدولية والوطنية.
- وحدات الإدخال والإخراج: كيف يمكن التحكم بتشغيل المقسم؟ أين تحفظ البرامج والمعلومات للرجوع إليها لاحقاً؟ يشتمل المقسم على وحدات إدخال وإخراج كثيرة، ومن هذه الوحدات تلك التي تمكن العامل من تشغيل وصيانة المقسم، وذلك عن طريق الأوامر باستعال الشاشة، كما تبين استجابة المقسم لتلك الأوامر أو التقارير التي يقدمها الحاسوب.

وهناك أيضاً وحدة الشريط المغناطيسي التي تخزن برامج التشغيل، وقراءات عدادات المكالمات الوطنية والدولية من أجل معالجتها لاحقاً لإصدار المطالبات المالية المستحقة على المشتركين، وكذلك تخزن المعلومات عن حالة المقسم لإعادة إدخالها مرة ثانية للمقسم في حالة حدوث عطل يؤثر في البرامج والمعلومات الخاصة به.

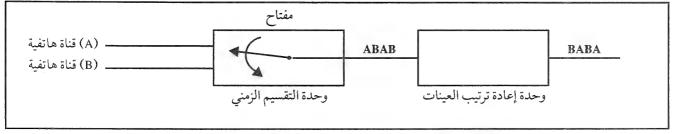
- وحدة الإشارة والترقيم: ومهمتها استقبال إشارة الترقيم التي يرسلها المشتركون، وخاصة إذا كانت المكالمة صادرة إلى مقسم آخر. وفي بعض المقاسم تزود هذه الوحدة المشتركين بنغمات الحرارة ونغمة الجرس الراجعة وإشارة الانتظار، إضافة إلى إشارات تستخدم في أثناء فحص خطوط المشتركين.
- دارات اتصال المقاسم: إن دارات اتصال المقاسم هي مجموعة دارات لربط مقسم مع مقاسم أخرى، وذلك لتأمين الاتصال بالمشتركين على مقسم آخر. ويوجد نوعان من هذه الدارات هما: الدارات الواردة والدارات الصادرة.

٢. المقاسم الإلكترونية الرقمية

تشبه المقاسم الإلكترونية الرقمية المقاسم التمثيلية بشكل عام، إلا أن شبكة التوصيل المستخدمة في كلا النوعين مختلفة، وتسمح شبكة التوصيل في المقاسم الرقمية بنقل أكثر من مكالمة هاتفية على المسار نفسه. ولكن كيف يتم ذلك؟

لعلك تذكر أن تقنية التضمين النبضي المرمّز تمكّن تمثيل العينة من قناة هاتفية بعدد من النبضات، وأنه بوساطة الإرسال المتعدد (التقسيم الزمني) يمكن إرسال أكثر من عينة على المسار نفسه. ومما يجب التأكيد عليه هو أن موقع عينة أي قناة هاتفية ثابت بالنسبة للزمن اللازم لإرسال جميع العينات من القنوات الهاتفية.

ولكن ماذا يحصل إذا غيرنا ترتيب إرسال العينات الخارجة من وحدة الإرسال المتعدد (التقسيم الزمني) بحيث ترسل العينة الثانية محل العينة الأولى، وذلك كما هو موضح في الشكل (٥-٩)؟



الشكل (٥-٩): إعادة ترتيب العينات من القنوات الهاتفية

لعله من الواضح أنه في جهة الاستقبال تصل عينات القناة الهاتفية (A) طرف الاستقبال (B) بينها تصل عينات القناة الهاتفية (B) طرف الاستقبال (A). وهذا يعني أن المشترك (A) في طرف الإرسال قد اتصل مع المشترك (B) في طرف الاستقبال، وكذلك المشترك (B) في طرف الإرسال قد اتصل مع المشترك (A) في طرف الاستقبال دون وجود دارات ربط مباشرة بين المشتركين. وتسمى وحدة إعادة ترتيب العينات شبكة التوصيل الرقمية.

وبها أن وحدة المعالجة المركزية تتحكم بعمل شبكة التوصيل الرقمية في المقسم، فإنها تعيد ترتيب العينات حسب الأوامر التي تصلها من تلك الوحدة.

ميزات المقاسم الرقمية

تمتاز المقاسم الرقمية بسعتها الكبيرة، وبالتالي اتساع المنطقة الجغرافية التي يمكن تغطيتها، حيث يمكن تركيب مقسم رئيس في مدينة أو بلدة كبيرة يشتمل على وحدات المعالجة المركزية. أما في القرى المجاورة، فيمكن تركيب مقاسم صغيرة تسمى توابع، وتربط مع المقسم الرئيس بوساطة وصلات رقمية (خطوط نقل تستخدم التضمين الرقمي).

وتوجد أيضاً ميزة أخرى للمقاسم الرقمية، وهي مقدرتها على تمرير حركة هاتفية عالية، وبذلك تتغلب على الاختناقات الماتفية التي يمكن أن تحدث في المقاسم التمثيلية، وكذلك مقدرتها على تمرير حركة نقل المعلومات (Data Transmission) بسرعات عالية؛ لأنها مجهزة بأجهزة ومعدات لهذه الغاية. كما تتصف بصغر حجمها وسهولة صيانتها وانخفاض مستوى الضجيج الصادر عنها، بالمقارنة مع الأنواع الأخرى من المقاسم.

الخدمات التي تقدمها المقاسم الإلكترونية

إن استخدام الحاسوب في المقاسم الإلكترونية قد مكنها من تـزويد المشتركين و إدارات الاتصالات بخدمات كان جزء بسيط منها فقط يقدم عن طريق المقاسم الكهرميكانيكية، ومن هذه الميزات:

- خدمات المشتركين، وتشمل:

- * التحدث في اتجاهين (Call Waiting): حيث تمكِّن هذه الخدمة المشترك من التحدث مع شخصين، أحدهما يكون مباشرة على الخط، والآخر ينتظر ويسمع نغمة الانتظار.
- * المشترك في حالة راحة (Rest Service): حيث توفر هذه الخدمة للمشترك تحويل المكالمات الواردة إليه إلى أسطوانة صوتية تسجل عليها رسالة تفيد أن المشترك المطلوب في حالة راحة، ولا يريد استقبال مكالمات.
 - * اختصار الترقيم: وهو مشابه لما ذكر في جهاز الهاتف بذاكرة.
- * تركيب عداد مكالمات في منزل المشترك (Telemetering): حيث يستطيع المشترك تركيب عداد على هاتفه لحساب عدد المكالمات المحلية التي يجربها.

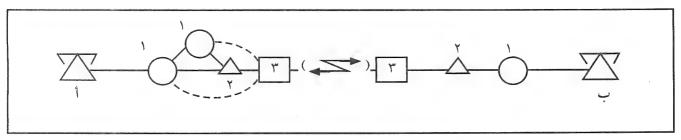
- * إصدار مطالبة مالية (فاتورة) فورية (Detail Billing): حيث يستطيع المستفيد من هذه الميزة الحصول على فاتورة مسجل فيها جميع المكالمات التي أجراها المشترك، والوقت والتاريخ اللذين أجريت فيهم تلك المكالمات.
 - * تحويل المكالمات (Call Transfer): كما ذكر في نظام الاتصال الداخلي.
- * الساعة المنبهة (Wake me Service): حيث يستطيع المشترك في هذه الخدمة الطلب إلى المقسم تنبيهه في ساعات محددة.

- الخدمات لإدارات الاتصالات، وتضم:

- * قياس الحركة الهاتفية التي يمررها المقسم بشكل دقيق: حيث يبين عدد المحاولات وشدة الحركة، ومنها تتعرف الإدارة درجة الخدمة والأداء وحجم الحركة الهاتفية، وذلك يساعد على التخطيط للتوسعات المستقبلية (Traffic Observation).
- * مراقبة الإزعاجات الهاتفية بشكل آلي: وذلك بعد استلام طلب خطي من المشترك المعني، فيقوم المقسم بـرصد جميع أرقام الهواتف التي يصدر منها مكالمات إلى المشترك الذي يطلب وضع هاتفه على جدول مراقبة الازعاجات.
 - * توفير آلية للتشغيل والصيانة وكشف الأعطال، وإمكانية ربط أكثر من مقسم واحد بمركز تشغيل وصيانة موحد.
- * معالجة قراءات عدادات المشتركين وتسجيلها على أشرطة لمعالجتها في مراكز معالجة المعلومات لإصدار المطالبات المالية.

أنواع المقاسم تبعاً لموقع الاستخدام في شبكات الاتصالات

سنستعرض معاً إجراءات مكالمة هاتفية بين مشترك في الأردن وآخر في اليابان لبيان الأنواع المختلفة من المقاسم تبعاً لموقع استخدامها في شبكات الاتصالات، كما هو موضح في الشكل (٥-١٠).



الشكل (٥-١٠): مثال على أنواع المقاسم تبعاً لموقع الاستخدام

المشتركان (أ، ب) مرتبطان على مقسمين محليين (Local Exchanges) يمثلها الرمز الدائري (O) ويحمل كل منها الرقم (١) وظيفة كل منها الربط المباشر للمشتركين، وكمثال على المقاسم المحلية مقسم العبدلي أو مقسم مدينة إربد المحلي.

يسمى المقسم الذي يمثله الرمز المثلث (△) ويحمل الرقم (٢) مقسم عبور المكالمات الوطنية (Transit National Exchange) بين مدن عدة في البلد الواحد كعمان والعقبة مثلاً. أما المقسم رقم (٣) الذي يمثله المربع (□) فيسمى المقسم الدولي (International Exchange) ووظيفته تمرير المكالمات الدولية الصادرة والواردة من دولة لأخرى؛ كالمكالمات الصادرة والواردة بين الأردن واليابان.

ومما يجدر ذكره أن بعض الدول تربط مقاسمها المحلية مع المقسم الدولي مباشرة دون المرور بالمقسم الوطني.

وبناء على ما تقدم فإن مكالمة المشترك (أ) تمر عبر المقسم المحلي (١) ثم المقسم الوطني (٢) ومنه إلى المقسم الدولي (٣) وأخيراً إلى محطة الأرضية في طوكيو ثم المقسم الدولي والمقسم الوطني والمقسم المحلي المرتبط به المشترك (ب).

تمرين

أعد خطوات الاتصال بين الأردن واليابان دون المرور بالمقسم الوطني.

أنظمة الإشارة في المقاسم العامة

رابعاً

ما المقصود بأنظمة الإشارة في المقاسم العامة؟

تعرّف أنظمة الإشارة بأنها تلك الإشارات الكهربائية المتبادلة بين هاتف المشترك المربوط على مقسم أو بين مقسم وآخر وتسبق المكالمة وتمهّد لإجرائها. وتتكون هذه من إشارات تمثل حالة الخط، وخانات رقم المشترك المطلوب.

تعد الإشارة الأساس الذي تعمل المقاسم بموجبه ودونها لن يكون بمقدور المقاسم ربط المشتركين مع بعضهم، وإجراء المكالمات ومتابعة سير هذه المكالمات.

تصنف أنظمة الإشارة إلى صنفين هما:

الإشارات المرسلة من المشترك إلى المقسم

تعتمد هذه الإشارات على نوع هاتف المشترك، فإذا كان الهاتف من النوع القرصي، فإن الإشارات الكهربائية الممثلة لرقم المشترك المطلوب ترسل على شكل نبضات عن طريق وصل وفصل الوصلة الكهربائية لخط المشترك.

أما إذا كان الهاتف من نوع هاتف الكبسات، فإن الإشارات الممثلة للرقم ترسل على شكل نغمات كما درست سابقاً. وبالإضافة إلى ذلك يرسل المقسم إلى هاتف المشترك إشارات مثل: نغمة ابتداء الترقيم، ونغمة المشغول، ونغمة الرقم غير مستعمل، وإشارة الجرس، والرسائل المسجلة كالخطوط في الاتجاه المطلوب مشغولة، ورقم المشترك قد تغير.

الإشارات المتبادلة بين مقسم وآخر

7

تمثل هذه الإشارات حالة دارة الاتصال بين مقسم وآخر، وكذلك خانات رقم المشترك المطلوب. وتنقسم الإشارات المتبادلة بين مقسم وآخر إلى نوعين:

أ - نظام الإشارة المصاحب للقناة (Channel Associated Signalling)

يتعامل هذا النظام مع إشارات حالة دارة الاتصال، والإشارات الممثلة لخانات رقم المشترك الطالب والمطلوب بطريقتين:

- طريقة الإشارة من نوع النبضات: وهي مشابهة لنظام الإشارة في الهواتف القرصية، إلا أن الإشارات التي تمثل خانات الرقم المطلوب تولد من قبل أجهزة خاصة داخل المقسم تسمى مرسل الإشارة (Signal Sender) وتستقبل في المقسم الآخر بوساطة مستقبل الإشارة (Signal Receiver).
- طريقة الإشارة (R2): تمثل كل خانة من خانات رقم المشترك بنغمتين مختلفتين في التردد، كما تختلفان أيضاً عن النغمات التي تصدرها هواتف الكبسات.

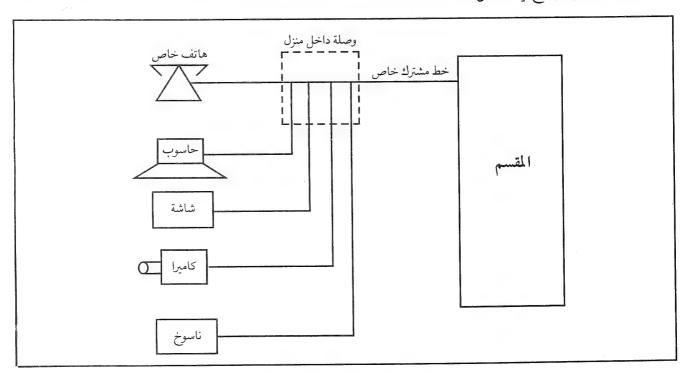
ومن جهة أخرى فإن هذه الإشارات ثنائية الاتجاه، حيث تسمى الإشارات المرسلة من المقسم الطالب إلى المقسم المطلوب الإشارات الأمامية. أما الإشارات التي يرسلها المقسم المطلوب إلى المقسم الطالب فتسمى إشارات راجعة.

لا تقتصر طريقة (R2) على توليد نغمات فقط لتمثيل خانات الأرقام، بل تشتمل على نغمات بترددات مختلفة لتمثل حالة خط المشترك إن كان معطلاً أو صالحاً أو مشغولاً، كما تمثل بداية احتساب المكالمة وانتهاء عملية الترقيم، وغير ذلك من الإشارات.

ب - نظام إشارة القناة المشتركة (Common Channel Signalling)

يختلف هذا النظام عن الأنظمة السابقة، وذلك لأن الإشارات التي تمثل حالة الخط وخانات رقم المشترك يتم تبادلها مباشرة بين أجهزة التحكم في المقاسم بوساطة قنوات منفصلة عن قنوات الكلام، وبطريقة مختلفة عن الأنظمة السابقة. يمتاز هذا النظام بالدقة والسرعة، ويمتاز بأنه المعتمد بشكل واسع في المقاسم الإلكترونية الحديثة.

لقد أتاح نظام إشارة القناة المشتركة إمكانية ربط هاتف خاص، وجهاز حاسوب وكاميرا، وجهاز ناسوخ، وشاشة على الخط نفسه الذي يصل المقسم الإلكتروني الحديث بمنزل المشترك. ومما يجدر ذكره أن هذا الخط سيكون خطاً خاصاً يختلف عن الخط العادي المستخدم حالياً، وبذلك يحصل المشترك على خدمات متكاملة أكثر بكثير من الخدمات المتاحة حالياً، كما هو موضح في الشكل (٥-١١).



الشكل (٥-١١): الخدمات المتكاملة

خامساً

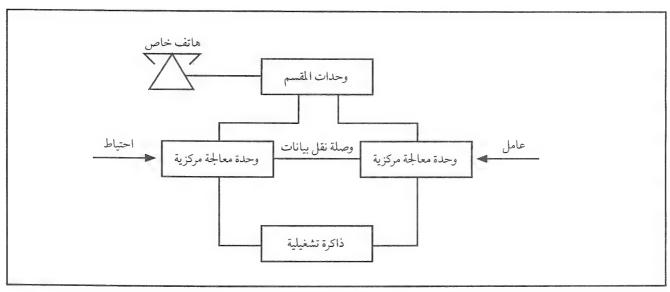
طرق التحكم بالمقاسم الإلكترونية

لعلك لاحظت أن التحكم بعمل المقسم يتم عبر وحدة معينة، وهنا لا بد أن تسأل: ما الاحتياجات الموجودة لمنع تعطل المقسم بالكامل؟ لقد تم تطوير طرق تحكم كثيرة تعتمد على زيادة عدد وحدات التحكم الرئيسة، بحيث إذا تعطلت أي وحدة تعمل الأخرى تلقائياً، وبالتالي فقد أصبحت إمكانية التعطل الكامل للمقسم قليلة جداً، ومن هذه الطرق:

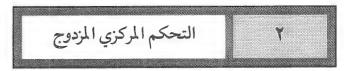
(Active / Hot Standby) التحكم المركزي عامل احتياط

تحتوي طريقة التحكم المركزي عامل/ احتياط الموضحة في الشكل (٥-١٢) على وحدتي معالجة مركزية متشابهتين تماماً، ومرتبطتين بوصلة نقل بيانات خاصة، وبذاكرة تشغيلية مشتركة.

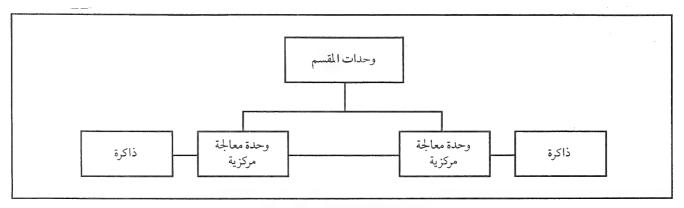
ومما يجدر ذكره أن أياً من وحدتي المعالجة قادرة على التحكم التام بالمقسم، ولذلك إذا تعطلت الوحدة العاملة تعمل الوحدة الاحتياطية تلقائياً، ولا يحدث أي خلل فيه.



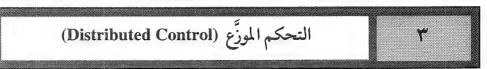
الشكل (٥-١٢): التحكم المركزي (عامل / احتياط)



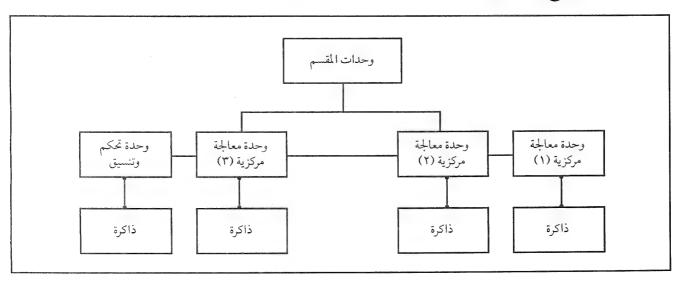
يوضح الشكل (٥-١٣) طريقة التحكم المركزي المزدوج، حيث تشبه هذه الطريقة السابقة بوجود وحدتي معالجة مركزية، ولكن تختلف عنها لأن الوحدتين تعملان بشكل فاعل دائها، وتتقاسهان إجراءات تنفيذ المكالمات والأعمال الأخرى المساعدة لعمل المقسم (Load Sharing). وإذا تعطلت إحدى الوحدتين، فإن درجة أداء المقسم تتدنى في ساعات الحركة الهاتفية القصوى.



الشكل (٥-١٣): التحكم المركزي المزدوج



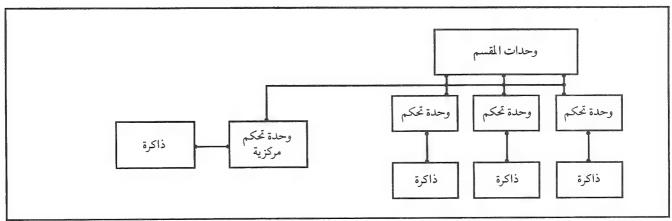
تسمى هذه الطريقة التحكم الموزّع، وذلك لأن جميع الوظائف التي يقوم بها المقسم تقسم بين عدد من وحدات المعالجة المركزية، كما هو موضح في الشكل (٥-١٤).



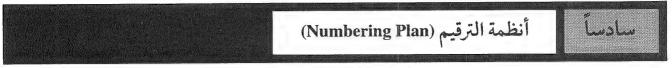
الشكل (٥-١٤): التحكم الموزّع

فمث لا تتخصص وحدة المعالجة المركزية الأولى بمراقبة حالة هاتف المشترك، ومعالجة إشارات الترقيم الصادرة عن هاتف. بينها تتخصص الوحدة الثانية بالبحث عن مسار الكلام في مصفوفة الملامسات في شبكة التوصيل، وكذلك فقد تتخصص الوحدة الثالثة بوظيفة المحاسبة... وهكذا. يسمى هذا النوع بالتحكم الوظيفي.

وهناك نوع آخر من التحكم الموزّع يسمى المشاركة في تقسيم كامل الحمل والمهام والوظائف، ويقصد بذلك تقسيم المشتركين إلى مجموعات، بحيث تتكفل إحدى وحدات التحكم بإجراء جميع الوظائف لهؤلاء المشتركين، ابتداءً من رفع المشترك سياعته حتى انتهاء المكالمة، كما هو موضح في الشكل (٥-١٥). ومما يجدر ذكره أنه توجد وحدة تحكم مسؤولة عن التنسيق بين هذه الوحدات في أثناء قيامها بوظائفها. وأخيراً تجدر الإشارة إلى استخدام طريقة التحكم الموزّع في تصميم أنظمة التحكم بالمقاسم.



الشكل (٥-١٥): التحكم حسب الأحمال



كيف يتم التفريق بين مشترك وآخر؟ ما المقصود برمز المنطقة؟

إن أنظمة الترقيم هي الطريقة المستخدمة للتمييز بين مشترك وآخر.

إن الرقم المخصص للمشترك هو عنوانه الهاتفي الذي يمكن للمقسم تعرفه، وهو يشبه العنوان البريدي. يتكون رقم المشترك من مجموعة من الأرقام تدل على المقسم المرتبط به ذلك المشترك.



إن العدد الهائل من أرقام المشتركين يجعل من الصعب التفريق بينهم، ولذلك فقد تم اعتهاد أسلوب معين لهذا الغرض، وتم بذلك تقسيم البلد الواحد إلى مناطق جغرافية عدة، وأعطي لكل منطقة جغرافية رمز وطني (Area Code) مكون من رقمين أو ثلاثة أرقام، ويبين الجدول (٥-١) رموز المناطق الجغرافية في الأردن.

| لمدن والمناطق الجغرافية | الجدول (٥-١): رموز |
|-------------------------|--------------------|
|-------------------------|--------------------|

| الرمز | المنطقة الجغرافية | الرمز | المنطقة الجغرافية |
|-------|-------------------|-------|--------------------------------|
| ٠٩ | الزرقاء وضواحيها | 7 0 | عمان وضواحيها |
| ٠٣ | الكرك | ٠٢ | إربد وضواحيها |
| ٠٣ | العقبة | ٠٤ | جرش وعجلون والمفرق |
| ٠٣ | الطفيلة | * 0 | السلط والبلقاء والأغوار الوسطي |
| ٠٣ | معان | ٠٨ | مأدبا والمطار |
| | | | |

ولتوضيح استعمال هذه الرموز، نفترض أن المشترك صاحب الرقم (١٠ ٦٣٨٣) في عمان يريد الاتصال بالمشترك (٢٠٠٠٠) في إربد، فعليه أولاً أن يدير القرص على الرقم (١) ليرتبط بالمقسم الوطني ثم على الرقم (٢) ليختار مدينة إربد ثم يدير القرص على رقم المشترك كاملاً (٢٠٠٠١) وينتظر نغمة الانتظار أو نغمة المشغول.



لقد حدد الاتحاد الدولي للاتصالات رمزاً معنياً (Country Code) لكل دولة يميزها عن غيرها من الدول، ويوضح الجدول (٢-٥) الرموز الهاتفية لبعض الدول.

الجدول (٥-٢): الرموز الهاتفية لبعض الدول

| الرمز | الدولة | الرمز | الدولة |
|--|----------|-------|----------|
| ٤٤ | بريطانيا | 977 | الأردن |
| 77 | فرنسا | 970 | سورية |
| ۲. | مصر | 977 | السعودية |
| \\ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ | اليابان | ١ | أميركا |
| ٤١ | سويسرا | ١ | كندا |
| | | | |

إذا أراد شخص إجراء مكالمة هاتفية مع مشترك في بريطانيا مثلاً فعليه اتباع ما يأتي:

- أ يدير قرص هاتفه على مفتاح (رمز) الاتصال الدولي، والذي غالباً ما يكون (٠٠).
 - ب يدير القرص على الرمز الهاتفي لبريطانيا وهو (٤٤).
- ج يدير القرص على رمز المدينة الموجود فيها المشترك المطلوب، وليكن مثلاً مدينة لافبرا ورمزها (٩٠٦).
- د يدير القرص على هاتف المشترك في تلك المدينة وليكن (٤٨٤٨٤) وبذلك يكون المشترك الطالب قد أدار قرصه على الأرقام (٤٨٤٨٤٨) د م ينتظر ليسمع نغمة الجرس العائدة أو نغمة المشغول.

تمرين

حاول الاتصال بمشترك في مدينة العقبة. اذكر الخطوات التي اتّبعتها.

سابعاً المحاسبة والعدادت

كيف تتم محاسبة المشتركين في الهاتف؟ تصنف المكالمات الهاتفية كما يأتي:

- ١ المكالمات المحلية (Local Calls): وهي تلك المكالمات التي تتم بين مشتركين في المنطقة الجغرافية الواحدة المحددة بخطة الترقيم.
 - ٢ المكالمات الوطنية: وهي المكالمات التي تتم بين مشتركين في منطقتين جغرافيتين أو بين بلد وآخر داخل الدولة.
 - ٣ المكالمات الدولية: وهي تلك التي تتم بين مشتركين في دولتين.

يوجد لكل مشترك عدادمكا لمات خاص به في المقسم المربوط عليه، وتزداد قراءة هذا العداد كل وحدة زمنية، فمثلاً في الأردن تحسب الوحدة الزمنية للمكا لمات المحلية أربع دقائق، كما تحسب أيضاً أجرة تلك الوحدة بعشرين فلساً.

تسجل قراءات العدادت في المقاسم مرة كل فترة زمنية على أشرطة ممغنطة، ثم تعالج في مركز لمعالجة المعلومات لإصدار مطالبة مالية للمشترك بالمكالمات المحلية الزائدة، وذلك لأن لكل مشترك عدداً من المكالمات المحلية المجانية. أما المكالمات الوطنية والدولية فتعالج بأسلوب آخر، حيث يسجل وقت ابتداء المكالمة وانتهائها وتاريخ المكالمة والجهة التي أجريت معها المكالمة عن أشرطة ممغنطة، وتعالج في مركز معالجة المعلومات مرة كل شهر، وذلك لإصدار المطالبة المالية للمشترك. ومما تجدر الإشارة إليه أن لكل منطقة جغرافية تعرفة خاصة بها، وكذلك هناك تعرفة لكل دولة من الدول.

(Private Branch Exchange) المقاسم الفرعية

ثامناً

ما المقسم الفرعي؟ وكيف يرتبط مع المقسم العام؟

يعرّف المقسم الفرعي بأنه مقسم هاتفي بسعة محدودة نسبياً يستخدم لربط مشتركين تابعين لجهة رسمية أو هيئة خاصة يعملون داخل مبنى أو مبانٍ تابعة لتلك الجهة، حيث يتم ربط المشتركين بالمقسم الفرعي عن طريق شبكة سلكية خاصة.

يرتبط المقسم الفرعي بالمقسم العام بعدد من الخطوط الهاتفية المتصلة بشبكة الهاتف العامة لتأمين المقسم الفرعي بإمكانية الاتصال مع المشتركين الآخرين أو استقبال مكالماتهم. ومما يجدر ذكره أن سعة المقسم الفرعي تقاس بعدد الخطوط الخارجية التي يمكن أن ترتبط به، وبعدد الهواتف الفرعية المربوطة عليه.

أنواع المقاسم الفرعية

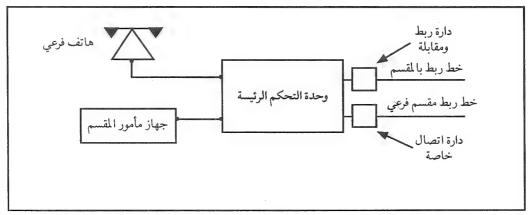
لقد تطورت المقاسم الفرعية، كما تطورت المقاسم العامة، ولذلك يوجد نوعان من المقاسم الفرعية هما:

أ - المقاسم الفرعية اليدوية (Private Manual Branch Exchange)

تتم معالجة المكالمات الهاتفية في المقاسم اليدوية بمساعدة مأمور المقسم. كما تتم عملية ربط المشتركين بوساطة القابس أو لوحة المفاتيح الموجودة في المقسم الفرعي. ومما تجب ملاحظته أنه لا يمكن لأي مشترك فرعي على هذا المقسم الاتصال بمشترك فرعي آخر، أو الاتصال بمشترك خارجي إلا بمساعدة مأمور المقسم. ومع التطور السريع في صناعة المقاسم، فإن هذا النوع أصبح قليل الاستعمال.

ب - المقاسم الفرعية الإلكترونية (Electronic Private Automatic Branch Exchange: EPABX)

يسمى هذا النوع أيضاً المقاسم الفرعية الإلكترونية الآلية، وباستطاعة المشتركين على هذه المقاسم الفرعية الاتصال بالمشتركين الفرعيين الآخرين، أو بالمشتركين على المقاسم العامة بصورة آلية، ودون تدخل مأمور المقسم. إلا أن استقبال المكالمات الهاتفية الخارجية وإيصالها إلى المشتركين لا بد أن يتم بمساعدة مأمور المقسم. يبين الشكل (٥-١٦) المخطط الصندوقي للمقسم الفرعي الآلي.



الشكل (٥-١٦): المخطط الصندوقي لمقسم فرعى الكتروني

يتكون المقسم الفرعي الإلكتروني من الأجزاء الرئيسة الآتية:

١ - وحدة التحكم الرئيسة.

٢ - جهاز مأمور المقسم.

٣ - أجهزة الربط والمقابلة مع المقسم العام أو المقاسم الفرعية الأخرى.

تزوّد وحدة التحكم الرئيسة المشتركين بنغمة ابتداء الترقيم، ونغمة المشغول والانتظار وغيرها.

أما جهاز مأمور المقسم فيستخدم لاستقبال المكالمات الواردة إلى الفروع من خارج شبكتهم الخاصة، وتمريرها إلى الهواتف الفرعية المطلوبة. كما يتم أيضاً طلب المكالمة الخارجية بوساطة لوحة المفاتيح الموجودة في جهاز مأمور المقسم. وبالإضافة إلى ذلك يمكن بوساطة هذا الجهاز إدخال البرامج التي تحدد مجالات استعمال المشتركين، والامتيازات التي يمكن أن تعطى لمجموعة دون أخرى. تستخدم أجهزة الربط والمقابلة لربط المقسم الفرعي مع المقسم العام بخط هاتفي عادي لتأمين المقسم الفرعي بأرقام لتمكين الفروع الداخلية من الاتصال الخارجي، واستقبال المكالمات عبر جهاز مأمور المقسم.

أما المقاسم الفرعية الآلية فيمكن أن ترتبط مع بعضها بوساطة دارات اتصال خاصة تسمى خطوط الربط (Tie Lines) دون الحاجة إلى استخدام خط خارجي. وفي هذه الحالة يمكن التحويل بين الأرقام المربوطة على هذه المقاسم.

خصائص المقاسم الفرعية

يتوافر في المقاسم الفرعية خصائص وميزات تقتضيها طبيعة عمل الهيئة المستخدمة لهذا المقسم، ومن هذه الخصائص:

- أ تحديد مستوى الاتصال (Call Retransmission Service): حيث تبرمج الخطوط الفرعية، ليسمح لبعضها إجراء المكالمات الهاتفية الداخلية والخارجية دون الحاجة إلى مساعدة مأمور المقسم، بينها تبرمج الخطوط الفرعية الأخرى لإجراء مكالمات داخلية فقط، ويتم الاتصال بالمكالمات الخارجية أو استقبالها عن طريق مأمور المقسم.
 - ب تحويل المكالمات الواردة إلى المقسم الفرعي بعد ساعات الدوام الرسمي إلى الموظف الليلي المناوب (Night Service).

ج - إجراء مكالمة هاتفية بين أكثر من مشترك في الوقت نفسه (Conference Call).

- د استقبال مكالمة هاتفية لمشترك غير موجود في مكتبه (Call Pickup).
- هـ تحويل المكالمة الواردة إلى هاتف آخر أو رقم آخر (Call Transfer).
- و النداء الصوتي (Paging System) وهو النداء على أشخاص بوساطة سماعات خارجية.
- ز اختصار الترقيم (Abbreviated Dialling) حيث تخزن الأرقام كاملة في ذاكرة، ويعطى رمز مكون من رقمين أو ثلاثة لكل من الأرقام الكاملة، يمكن استخدامه لإجراء المكالمات.
 - ح السماح للمدراء أو مأمور المقسم بالدخول على مكالمات هاتفية بين شخصين، وذلك لضرورة الحديث مع أحدهما.
- ط الطلب من المقسم الفرعي ربط مشترك مع مشترك فرعي آخر مشغول حال انتهاء الأخير من مكالمته (Camp on Busy).
- ي التحدث في اتجاهين منفصلين مع مشتركين دون سماع أحدهما لحديث الآخر، حيث يبقى أحدهما يسمع نغمة الانتظار (Call Waiting)



- ١ اشرح ما يحدث في المقسم عندما ترفع سماعة هاتفك وتتصل بمشترك آخر فتجد خطه مشغولاً.
 - ٢ ارسم المخطط الصندوقي للمقسم العام، واشرح باختصار عمل كل وحدة من وحداته.
 - ٣ اشرح ما يحدث في المقسم إذا لم يستجب المشترك المطلوب لإشارة الجرس.
 - ٤ ما اسم الوحدة التي تربط بين مشتركين مربوطين على المقسم نفسه عند الاتصال؟
 - ، اذكر أنواع المقاسم الآلية، وبين سبب تسميتها بهذا الاسم.
 - ارسم المخطط الصندوقي لمقسم كروسبار واشرح عمل كل وحدة من وحداته.
 - ٧ اشرح مستعيناً بالرسم فكرة عمل شبكة التوصيل في مقسم الكروسبار.
 - ٨ اذكر أنواع المقاسم الإلكترونية، ثم قارن بين المقسم الإلكتروني والمقسم الكهرميكانيكي.
- ٩ ارسم المخطط الصندوقي للمقسم الإلكتروني التمثيلي، واشرح عمل كل من: دارة المشترك، وحدة التحكم الوسيطة،
 وحدة الإشارة والترقيم.
 - ١٠ اشرح مستعيناً بالرسم فكرة عمل شبكة التوصيل في المقسم الإلكتروني التمثيلي.
 - ١١ اشرح مع الرسم فكرة عمل الشبكات التمثيلية ذات تقسيم الحيز.
 - ١٢ اشرح باختصار أهم الأعمال التي تقوم بها وحدة المعالجة المركزية في المقسم الإلكتروني التمثيلي.
 - ١٣ بين مع الرسم الاختلاف الرئيس بين المقسم الإلكتروني الرقمي والمقسم الإلكتروني التمثيلي.
 - ١٤ عدد مزايا المقاسم الإلكترونية الرقمية، واذكر ثلاث خدمات يقدمها للمشتركين، وثلاث أخرى لإدارة الاتصالات.
 - ١٥ اشرح باختصار أصناف أنظمة الإشارة في المقاسم العامة.
 - ١٦ اذكر طريقتين للإشارة يتعامل بها نظام الإشارة المصاحب للقناة.
 - ١٧ بهاذا تسمى الإشارات المرسلة من المقسم الطالب إلى المقسم المطلوب.
 - ١٨ بين مستعيناً بالرسم إشارة القناة المشتركة في المقسم العام، واذكر ، فوائد هذا النظام.
 - ١٩ اشرح مستعيناً بالرسم طريقتين للتحكم بالمقاسم الإلكترونية.
 - ٢ عرف المقسم الفرعي، وارسم مخططاً صندوقياً يبين وحدات مقسم فرعي إلكتروني.
 - ٢١ اذكر خساً من خصائص المقسم الفرعى الإلكترون.
 - ٢٢ اشرح معنى تحديد مستوى الاتصال في المقسم الفرعي.
 - ٢٣ اختر الإجابة الصحيحة في كل فقرة من الفقرات الآتية:
 - أ إذا لم يستجب المشترك المطلوب لإشارة الجرس:
 - (١) يستمر المقسم بإعطاء إشارة الجرس دون توقف.
 - (٢) تزيد قراءة عداد احتساب مكالمات المشترك الطالب.
 - (٣) لا شيء مما ذكر.

- إذا كان المشترك المطلوب غير مشغول:
- (١) ترسل وحدة التحكم عن طريق وحدة التنبيه إشارة الجرس.
 - (٢) ترسل وحدة التحكم نغمة الانتظار إلى المشترك الطالب.
 - (٣) تحجز وحدة التحكم مسار كلام في شبكة التوصل.
 - (٤) كل ما ذكر.
 - ج عند رفع المشترك المطلوب سماعة جهاز هاتفه:
 - (١) تستمر نغمة الانتظار عند المشترك الطالب.
- (٢) تفصل وحدة التحكم إشارة الجرس عند المشترك المطلوب.
 - (٣) تحجز وحدة التحكم مسار كلام في شبكة التوصيل.
 - (٤) لا شيء مما ذكر.
 - . تقوم وحدة خط المشترك في مقسم الكروسبار:
- (١) بإرسال إشارة إلى وحدة التحكم المركزية لتزود المشترك بنغمة الحرارة.
 - (٢) بإعطاء إشارة الجرس.
 - (٣) بإعطاء نغمة الانتظار.
 - (٤) لا شيء مما ذكر.
- هـ من الأسباب التي تجعل المقسم الإلكتروني مفضلاً على المقسم الكهرميكانيكي:
 - (١) جميع خطوات الاتصال تتم باستخدام الحاسوب.
 - (٢) سعته الرقمية كبيرة وانخفاض كلفته وصغر المساحة اللازمة لتركيبه.
 - (٣) درجة وثوقيته عالية.
 - (٤) كل ما ذكر.
 - _ تقوم وحدة التحكم الوسيطة في المقسم الإلكتروني التمثيلي:
 - (١) بفحص هاتف المشترك إن كان مشغولاً أم لا.
 - (٢) باستقبال إشارات الترقيم وتزويد وحدة المعالجة المركزية بها.
 - (٣) بإخلاء مسارات الكلام.
 - (٤) لا شيء مما ذكر.
 - ز تنقسم المقاسم من حيث موقع استخدامها إلى:
 - (١) مقاسم إلكترونية ومقاسم يدوية.
 - (٢) مقاسم محلية، ووطنية، ودولية.
 - (٣) مقاسم كروسبار، وخطوة خطوة.

ح - طريقة تحكم الموزّع في المقاسم الإلكترونية:

(١) تعد أفضل الطرق، وهناك اتجاه لاعتمادها في جميع المقاسم.

(٢) تعتمد وحدتي معالجة مركزية، حيث تعملان بشكل فاعل دائماً.

(٣) لا شيء مما ذكر.

ط - يتكون رقم هاتف شخص موجود خارج الأردن من:

(١) مفتاح الاتصال الدولي ثم رقم المشترك.

(٢) الرمز الوطني ثم رقم المشترك.

(٣) مفتاح الاتصال الدولي ثم الرمز الدولي ثم الرمز الوطني ثم رقم المشترك.

ي - تحسب الوحدة الزمنية للمكالمات المحلية في الأردن:

(١) كل خمس دقائق بأجرة عشرين فلساً.

(٢) كل أربع دقائق بأجرة عشرين فلساً.

(٣) كل ثلاث دقائق بأجرة عشرين فلساً.

التلغراف والناسوخ ونقل المعلومات (Telegraphy, Facsimily and Data Transmission)

الس*وحدة* السادسة

كيف بدأ تبادل البرقيات؟ هل يمكن نقل الوثائق والصور؟

كيف ترتبط الشاشات وأجهزة الحاسوب الشخصي مع حاسوب رئيس؟

إن استخدام الأجهزة الإلكترونية يوفر وسيلة سريعة لنقل الرسائل والصور والمعلومات لمسافات بعيدة، وفي كل الأوقات والظروف.

ويتوقع منك بعد دراسة هذه الوحدة أن تكون قادراً على أن:

١ - تتفهم إشارات التلغراف وداراته.

٢ - تميز أجهزة الناسوخ وتشغلها وتعمل لها الصيانة اللازمة.

٣ - تحدد شبكة المعلومات وأنواعها والشيفرات (Codes) المستخدمة فيها.

كيف غمثل الأرقام والحروف والإشارات كهربائياً؟ هل تطورت وسائل تبادل البرقيات؟

يعرّف التلغراف بأنه الطريقة التي يتم بوساطتها إرسال رسالة ما باستخدام أجهزة كهربائية أو إلكترونية لمسافات بعيدة. وكما تطورت الاتصالات الماتفية، فقد تطورت الاتصالات البرقية تطوراً كبيراً. لقد استخدم «مورس» (Morse) في البداية إشارات كهربائية مختلفة الزمن لتمثيل الحروف والأرقام تسمى الشرطة والنقطة، حيث كان زمن الشرطة ثلاثة أمثال زمن النقطة. لقد كان إرسال الحروف والأرقام يتم عن طريق إغلاق أو فتح دارة كهربائية بطريقة معينة. أما استقبالها فكان يتم عن طريق الاستماع إلى تلك الإشارات، ومن ثم تحويلها كتابة باليد إلى الحروف أو الأرقام أو الرموز المقابلة لها. ومما لا شك فيه أن هذه الطريقة تعتمد على العامل البشري في الإرسال والاستقبال، وأن الخطأ البشري فيها لا يمكن تجنبه.

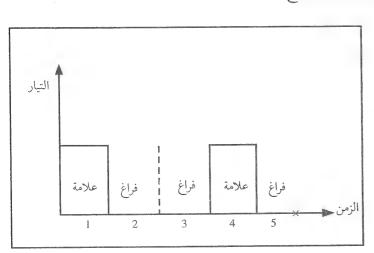
ثم دخلت طريقة «بود» (Baudot) المكونة من خمس وحدات كهربائية لتمثيل الأرقام والحروف، وقد أصبح إرسال البرقيات باستعال أجهزة تسمى المبرقات (Teleprinters) يتم بصورة آلية دون تدخل العامل البشري. وأدى هذا التطور إلى زيادة ملحوظة في الاتصالات البرقية، وكانت في البداية هي الطريقة الوحيدة لتبادل البرقيات بين الدول المختلفة. وقد ساعدت هذه الطريقة في تطوير حركة الملاحة العالمية البحرية والجوية لما وفرته من معلومات للسفن والطائرات في حالات الحرب والسلم.

ا التلغراف

ماذا يعني نظام الوحدات الخمس في التلغراف؟

يتكون كل حرف أو رقم بنظام (بود) من خمس وحدات زمنية متساوية. وتمثل كل وحدة زمنية إما حالة إغلاق لدارة كهربائية، أو حالة فتح لها. تسمى حالة الإغلاق التي يمر فيها تيار كهربائي علامة (Mark) أما حالة فتح الدارة والتي لا يمر فيها تيار كهربائي فتسمى فراغاً (Space). وتجدر الإشارة هنا إلى أن هذا النظام هو نظام ثنائي؛ لأنه مكون من حالتين فقط هما علامة وفراغ، وبذلك نجد أن أي رقم مثلاً مكون من وحدات علامة وفراغ.

وعلى سبيل المشال، فإن حرف (D) مكون من التشكيلة (10010) الموجودة في جدول (1-1) والموضحة في الشكل (1-1). حيث (1) يمثله علامة، (0) يمثله الفراغ وقد تتساءل: كم عدد الحروف والأرقام التي يمكن تمثيلها بهذه الطريقة؟ إن عدد التشكيلات (Combinations) التي يمكن الحصول عليها يساوي (1°) = (1°) تشكيلة. ولما كانت اللغة الإنجليزية مكونة من (1°) حرفاً وعشرة أرقام وإشارات أخرى مثل (1°) وغيرها، فإن (1°) تشكيلة لا تكفي مثل (1°) مغيرها، فإن (1°) تشكيلة لا تكفي لمذه الغاية.



الشكل (١-٦): تمثيل تشكيلة حرف D

لقد تم التغلب على هذه المشكلة باستخدام التشكيلة نفسها لتمثل حرفاً أو رقهاً، ولكن بطريقة تحكم معينة (باستخدام تشكيلة معينة) تجعل المبرقة تطبع حروفاً فقط، وتسمى هذه الحالة حالة الحروف (Letter Case). واستخدام تشكيلة أخرى تجعل المبرقة تطبع الأرقام والإشارات الأخرى، وتسمى هذه الحالة حالة الأرقام (Figure Case)؛ أي أن المبرقة إذا استقبلت تشكيلة حالة الحروف فإنها تترجم أي تشكيلات أخرى

الجدول (٦-١): الشيفرة العالمية رقم (٢)

| | تستقبلها بعد ذلك بحروف فقط، ثم إذا استقبلت |
|---|--|
| | تشكيلة الأرقام فإنها أيضاً تترجم أي تشكيلات أخرى |
| | تستقبلها بالأرقام. وهكذا نجد أنه يمكن التحكم |
| - | بالطباعة عن طريق التشكيلات السابقة. ومن الواضح |
| Contractor Contractor | أن طريقة التحكم هذه قد زادت عدد التشكيلات |
| Security Salabase and Salabase | الممكنة إلى (٦٤) تشكيلة، وبذلك أمكن إرسال كل |
| 0 | الحروف والأرقام والإشارات الأخرى. |
| 1 | |

توجد طريقة أخرى للتعبير عن مكونات التشكيلات بدلاً من استعمال كلمة علامة وفراغ، فإذا اعتبرنا أن الرقم (1) يمثل العلامة، وأن الصفر (0) يمثل الفراغ، فإن تشكيلة الحرف (D) تكون كما يأتي (10010) والتي تناظر 1 ^b 5 ^b 4 ^b 5 ^b - انظر جدول (٦-١).

ومن جهة أخرى فإن الاتحاد الدولي للاتصالات يسمى نظام الوحدات الخمس السابق، النظام رقم (٢) (Alphabet Number 2)

ويسوضح الجدول (٦-١) التشكيلات المختلفة لتمثيل الأرقام والحروف والرموز. وهنا لا بد من أن تتساءل: كيف تمثل التشكيلات كهربائياً؟

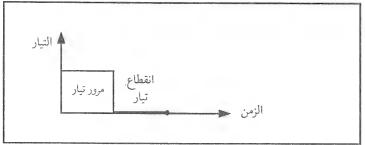
يوجد نوعان من الإشارات المستخدمة في أنظمة التلغراف، وهما:

أ - التيار المفرد (Single Current)

إن أبسط طريقة لتمثيل العلامة أو الرقم (1) هو مرور تيار باتجاه معين لفترة زمنية محددة. أما الفراغ أو الرقم (0) فيمثّل بانقطاع التيار للفترة الزمنية السابقة نفسها، حيث تسمى هذه الطريقة التيار المفرد، وهي مبيّنة في الشكل (٦-٢).

ومذا نجد أن التشكيلات مذه الطريقة هي مرور وانقطاع التيار (On/Off).

| ^b 1 ^b 2 ^b 3 ^b | 4 ^b 5 | حالة الحروف | حالة الأرقام |
|---|------------------|--------------|--------------|
| 0 0 0 | 0 0 | Blank | Blank |
| 0 0 0 | 0 1 | E | 3 |
| | 1 0 | Line Feed | Line Feed |
| | 1 1 | A | |
| | 0 0 | Space | Space |
| | 0 1 | S | (Apos), |
| | 1 0 | I | 8 |
| | 1 1 | U | 7 |
| | 0 0 | Car. Ret | Car. Ret |
| | 0 1 | D | WRU |
| | 1 0 | R | 4 |
| _ | 1 1 | J | Aud Sig |
| | 0 0 | N | (Comma), |
| | 0 1 | F | f |
| | 1 0 | C | : |
| | 1 1 | K | (5 |
| | 0 0 | T | |
| | 0 1 | Z | + |
| - 0 0 | 1 0 | L |) 2 |
| | 1 1 | W | 2 |
| , | 0 0 | H | f |
| | 0 1 1 0 | Y P | 6 |
| | 1 U 1 1 | | 0 |
| |) 0 | Q | 1 |
| |) 1 | B | 9 |
| | 1 0 | G | 7 f |
| | 1 1 | | |
| |) () | Figures M | Figures |
| |) 1 | X X | , |
| | 1 0 | V | _ |
| | 1 1 | Letters | = Letters |

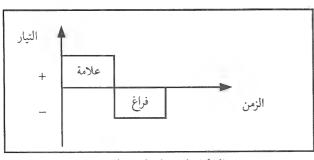


الشكل (٢-٦): التيار المفرد

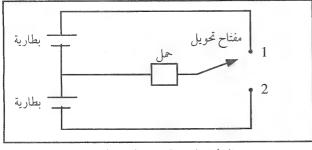
ب - التيار المزدوج (Double Current)

تعد طريقة التمثيل بالتيار المزدوج أو ثنائي القطبية (Bipolar) أفضل من الطريقة السابقة، وذلك لتحملها التشويش والتوهين الناتج من طول الأسلاك الكهربائية أكثر من سابقتها.

تمثل العلامة في هذه الطريقة بمرور التيار باتجاه معين لفترة زمنية محددة، وأما الفراغ فيمثل بمرور التيار في الفترة النزمنية نفسها ولكن باتجاه معاكس، كما هو موضح في الشكل (٦-٣). وعلى هذا نجد أنه عند إرسال العلامة فإننا نصل مصدر تغذية موجباً مع الحمل، بينما يعني إرسال الفراغ إيصال الطرف السالب لبطارية أخرى مع الحمل نفسه باستخدام مفتاح تحويل مناسب، كما هو موضح في الشكل (٦-٤). ومن الواضح أنه يمكن تحويل دارة التيار المؤروج إلى دارة تيار مفرد باستخدام مصدر تغذية واحد



الشكل (٦-٣): التيار المزدوج



الشكل (٦-٤): دارة التيار المزدوج

تحرين

۱ - ارسم تشكيلة الحرف (M) باستخدام التيار المفرد.

٢ - ارسم تشكيلة الحرف (R) باستخدام التيار المزدوج.

النشاط ٦-١

كوّن الدارة الكهربائية التمثيلية في الشكل (٦-٤).

سرعة التلغراف

1

تقاس سرعة التلغراف بالبود (نسبة إلى العالم بود) وهو معكوس الفترة الزمنية للنبضة (علامة أو فراغ). أي أن:

البود = ألى حيث (ن) تمثل الفترة الزمنية للنبضة. فإذا فرضنا أن ن = ٢٠ ميلي ثانية، فإن عدد النبضات التي يمكن إرسالها في الثانية = ١٠ ملى ثانية = ٥٠ نبضة، وبهذا فإن سرعة المبرقة في هذه الحالة تساوي (٥٠) بوداً.

وفي أحيان أخرى تقاس سرعة التلغراف بعدد الأحرف أو الأرقام التي يمكن إرسالها في الثانية (Characters Per Seconds: CPS) أو عدد الكلّات التي يمكن إرسالها في الدقيقة (Words Per Minute: WPM). ولعل من البديهي أن نقول: إن سرعة الإرسال للنبضات يجب أن تكون متساوية تماماً لسرعة استقبالها، وأن أي اختلاف في السرعة بين الإرسال والاستقبال سيؤدي إلى طباعة حروف وأرقام في جهة الاستقبال مخالفة لتلك التي أرسلت من جهة الإرسال. وبالإضافة إلى ذلك فإن بداية إرسال النبضات في جهة الإرسال يجب أن تكون هي البداية نفسها لاستقبال النبضات في جهة الاستقبال حتى لو كانت السرعة متساوية تماماً. وهذا يقودنا إلى السؤال الآتي: كيف يتم التوافق بين بداية الإرسال وسرعته في كل من جهتي الإرسال والاستقبال؟ لقد تم تطوير طريقة جديدة لتحقيق التوافق بين الإرسال والاستقبال تسمى طريقة «استعداد – توقف» (Start - Stop).

تكون المبرقة في حالة السكون متوقفة؛ أي في حالة إرسال علامة دائمة، ولذلك ترسل المبرقة نبضة استعداد (فراغ) قبل إرسال أي تشكيلة للحروف أو الأرقام تجعل المستقبل في المبرقة في الطرف الآخر يتهيأ للبدء بترجمة النبضات. كها أن إرسال نبضة التوقف (علامة) بعد كل تشكيلة فترتها الزمنية (٥,١) مرة مدة النبضة تجعل المرسل والمستقبل يعودان لحالة السكون التام، وجذا، يمكن تلافي أي اختلاف في سرعة المرسل والمستقبل؛ أي أن المبرقة ترسل كل حرف مثلاً، وتتوقف قبل إرسال الحرف المذي يليه. وعلى سبيل المثال إذا كانت السرعة = ٥٠ بوداً، فإن زمن النبضة = (٢٠) ميلي ثانية. وجهذا يكون الزمن اللازم المرسال الحرف مساوياً زمن إرسال نبضة الاستعداد ثم نبضات التشكيلة ثم نبضة التوقف؛ أي أن زمن إرسال الحرف:

میلی ثانیة. $(\cdot \cdot) + (\cdot \cdot \times) + (\cdot \cdot \times) + (\cdot \cdot \times)$

عدد الأحرف المرسلة في الثانية = (١٠٠٠ ملي ثانية و (١٥٠) حرف / ثانية

عدد الأحرف المرسلة في الدقيقة = $\frac{1 \cdot \cdot \cdot 7}{10}$ = (٤٠٠) حرف / دقيقة.

فإذا كان معدل الكلمة يساوي (٦) أحرف، فإن عدد الكلمات في الدقيقة $=\frac{3}{7}=7$ كلمة تقريباً، وهذه السرعة كانت في البداية أعلى من سرعة أي شخص يطبع على الآلة الكاتبة.

تمرين احسب الزمن اللازم لإرسال حرف بسرعة (٧٥) بودا.

الشكل (٦-٥): المخطط الصندوقي للمبرقة

تتكون المبرقة في أبسط أشكالها (الميكانيكية) من وحدة المرسل ووحدة المستقبل ووحدة مصدر التغذية، كما هو موضح في الشكل (٦-٥).

١ وحدة المرسل

إن الوظيفة الرئيسة لوحدة المرسل هي تكوين الإشارات الكهربائية المناسبة لكل حرف أو رقم يتم إرساله، ولذلك فإنه يغلق الملامس ويفتحه حسب التشكيلة المناسبة لكل حرف.

يتكون المرسل من لوحة المفاتيح (Keyboard) أو الكبسات، التي يكتب عليها الأحرف والأرقام والإشارات الأخرى. إن الضغط على أي مفتاح يؤدي إلى فتح الملامس أو غلقه؛ بحيث يتقطع التيار الخارج من المرسل حسب التشكيلة المناسبة.

٧ وحدة المستقبل

يترجم المستقبل النبضات التي تصله بوساطة الأسلاك الكهربائية، بحيث يؤدي ذلك إلى طباعة شكل الحرف على الورق باستخدام شريط التحبير. فمثلاً لو كان لدينا ذراع مثبت على رأسه شكل حرف معين، وضغطنا هذا الذراع على شريط تحبير أمامه ورقة، فينطبع على الورقة شكل الحرف تماماً. وعلى ذلك يمكن تصور وحدة المستقبل بأنها مكونة من رأس الطباعة المكون من عدد من الأذرع تحمل أشكال الحروف والأرقام، وخمسة مغانط تستقبل النبضات الكهربائية وتتحكم بالأذرع التي ستضرب على الورق عبر شريط التحبير. وبالإضافة إلى ذلك فإن وحدة المستقبل تحتوي على محرك كهربائي لتحريك الورق من سطر لآخر، وكذلك يحرك رأس الطباعة مسافة أفقية معينة بعد طباعة كل حرف، أو تحريك رأس الطباعة مسافة أفقية معينة أكبر إذا ضغطنا على مفتاح خاص يسمى مفتاح الحيّز بين الكلهات (Space Bar) وذلك لفصل الكلهات عن بعضها، وأخيراً هناك محرك آخر ليحرك شريط التحبير، بحيث يمكن الطباعة على الشريط كله.

٣ وحدة مصدر التغذية

وهي المسؤولة عن تحويل التيار المتناوب إلى تيار مستمر يستخدم في وحدة المرسل، ويزود المحركات بالفولطية اللازمة لعملها.

النشاط ٦ - ٢

تفحص مبرقة (ميكانيكية) وتعرف الأجزاء الرئيسة فيها.

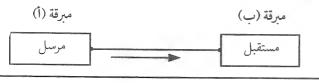
دارات اللغراف

كيف تصنف طرق ربط المبرقات مع بعضها؟

لما كان إرسال برقية من مكان لآخر يتطلب وجـود مبرقتين في المكانين، فإن تصنيف ربط المبرقات يعتمد على طريقة وصل المرسل والمستقبل في كل جهة، ولذلك توجد التصنيفات الآتية:

دارات بسيطة (Simplex)

وظيفتها ربط المبرقات، بحيث تسمح للإرسال باتجاه واحد فقط، ولذلك تتكون الأجهزة المستخدمة من مرسل أو مستقبل وليس الإثنين معاً، ويوضح الشكل (٦-٦) طريقة ربط الدارات البسيطة.

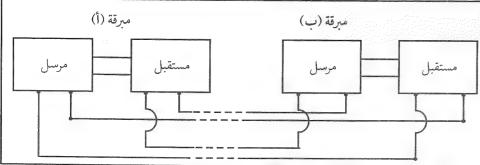


الشكل (٦-٦): الدارات البسيطة

تستخدم هذه الطريقة لاستقبال بث وكالات الأنباء، أو نشرات الأرصاد الجوية وغيرها.

دارات نصف مزدوجة (Half Duplex)

تعطي الدارات نصف المزدوجة مرونة أكثر من الطريقة السابقة، ولا سيها إذا توافرت في المبرقة وحدة لتخزين البرقية قبل إرسالها (مثلاً وحدة شريط تخريم أو ذاكرة) وبذلك يمكن طباعة البرقية وتصحيحها قبل



الشكل (٦-٧): دارة نصف مزدوجة

إرسالها. إلا أنه لا يمكن إلا لشخص واحد أن يرسل أو يستقبل في الوقت نفسه.

يوضح الشكل (٦-٧) الدارات نصف المزدوجة. وكما يتضح من الشكل فإن المرسل والمستقبل في المبرقة نفسها يوصلان على التوازي. وكذلك فإن المرسل (أ) يتصل مع المستقبل (أ). وبذلك فإنه إذا أرسل (أ) أي برقية، فإنها تصل إلى المستقبل (ب)، وفي الوقت نفسه تطبع في المستقبل (أ) مما يوفر نسخة عن تلك البرقية يمكن الرجوع إليها عند الحاجة.

(Full Duplex) دارات مزدوجة

مبرقة (ب)
مبرقة (ب)
مستقبل
مستقبل
مستقبل
مستقبل
مستقبل
مستقبل
مستقبل
مستقبل

الشكل (٦-٨): الدارات المزدوجة

تستطيع الدارات المزدوجة الإرسال إلى الطرف الآخر والاستقبال في الوقت نفسه، ولكنها تحتاج إلى عدد أكبر من المبرقات. ويوضح الشكل المبرقات المزدوجة. وكما همو واضح من الشكل، فإن

المرسل والمستقبل في المبرقة (أ،ب) يتصلان على التوازي، وبذلك يمكن الحصول على نسخة من البرقية التي ترسلها أي من المرقات.

أما المرسل (أ) فيتصل مباشرة مع مبرقة منفصلة مستقبلة فقط في طرف (ب)، أي لا تحتوي على وحدة إرسال وكذلك المرسل (ب). وبهذه الطريقة يمكن لأي جهة الإرسال والاستقبال في الوقت نفسه.

النشاط ٦ - ٣

كوّن دارة تلغراف بسيطة.

نظام التلكس (Telex)

ماذا يعني التلكس؟ كيف يمكن إرسال برقية تلكس إلى مشترك آخر؟

إن كلمة التلكس تعني مقسم البرقيات (Telegram Exchange) ولكنها تطلق أيضاً على البرقية التي تصل عبر مقسم التلكس من مبرقة مرتبطة بذلك المقسم إلى مبرقة أخرى مرتبطة بالمقسم نفسه أو بمقسم آخر. ومما يجدر ذكره أن مقسم التلكس يشبه مقسم الهاتف.

لقد تطورت الاتصالات البرقية، وأصبح لها شبكة خاصة ومشتركون كها في خدمة الهاتف. كها زودت المبرقة بـوحدة ترقيم وربطت بخطوط خاصة بمقسم التلكس، مما وفر إمكانية الاتصال بين المشتركين في جميع أرجاء العالم.

ولكن ما التطورات التي حدثت على جهاز التلكس؟

كان جهاز التلكس في البداية كهرميكانيكياً في كافة وحداته، ومع تطور استخدام الحاسوب في مجال الاتصالات أُنتجت أجهزة تلكس إلكترونية يتحكم الحاسوب فيها عن طريق البرامج المخزونة في ذاكرته بالإجراءات المتعلقة بإرسال أو استقبال برقية تلكس، وبالتالي فقد وفرت هذه التقنية ميزات كثيرة أصبحت تتمتع بها أجهزة التلكس، لعل من أهمها استخدام الذاكرة لتخزين البرقيات، واستخدام الشاشة لإظهار البرقيات بدلاً من استخدام الورق، وكذلك فإن اختصار الترقيم عن طريق تخزين أرقام المشتركين قد سهل كثيراً استخدام هذا الجهاز، ويوضح الشكل (٦-٩) تلكساً حديثاً.

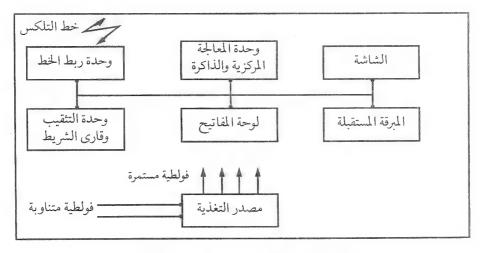
ولدراسة مبدأ عمل جهاز التلكس فسنستخدم المخطط الصندوقي الموضح في الشكل (٦-١٠) الذي يتكون من الوحدات الرئيسة الآتية:

وحدة المعالجة المركزية

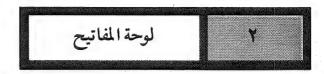
تتفحص وحدة المعالجة المركزية المعلومات التي تصلها، ثم تصدر أوامرها إلى الوحدات الأخرى تبعاً للبرنامج المخزون في الذاكرة، وبالإضافة إلى ذلك فإن البرقيات أو الرسائل المرسلة والمستقبلة تخزن في الذاكرة الدائمة حتى يتم الرجوع إليها عند الحاجة.



الشكل (٦-٩): جهاز تلكس حديث



الشكل (٦-١٠): المخطط الصندوقي لجهاز التلكس



إن الضغط على أي مفتاح يجعل لوحة المفاتيح ترسل التشكيلة الكاملة لذلك المفتاح بنظام الشيفرة الأميركية لتبادل المعلومات (ASCII)، وهو تمثيل للأرقام والحروف، مكون من سبع نبضات بدلاً من خمس نبضات. إن أهم ميزة لهذا النظام هو إيجاد (V = V) تشكيلة مختلفة، عما يمكن من إرسال حروف كبيرة وحروف صغيرة، وأشكال ورسوم مختلفة، وسيتم شرح هذا التمثيل بالتفصيل لاحقاً.



تقوم هذه الوحدة بما يأتي:

- أ تحريك رأس الطباعة إلى الأمام والخلف أمام الورق المخصص للطباعة.
- ب- الضغط على الرؤوس التي تضرب شريط التحبير لتكوين نقط مختلفة، يتشكل منها أي حرف بناء على الأوامر التي تصلها من وحدة المعالجة المركزية. وبما يجدر ذكره أن أي حرف أو رقم يمكن رسمه بمجموعة من النقط المصفوفة المكونة من (٧×٥) نقطة، وأن جعل بعض الرؤوس تضرب شريط التحبير دون غيرها يُمكّن من رسم أشكال الحروف والأرقام كافة.
 - ج- تحريك الورق إلى أعلى وأسفل، وتحريك شريط التحبير باستمرار.



وهي لا تختلف كثيراً عن شاشة التلفاز، وتظهر الحروف أو الأرقام التي تدخل عن طريق الضغط على لوحة المفاتيح أو البرقيات المخزونة في الذاكرة، وباستخدام الشاشة فإن عملية تصحيح الأخطاء في أثناء الطباعة تكون سهلة.



تعمل هذه الوحدة كدارة مقابلة بين خط التلكس ووحدة المعالجة المركنزية، فهي تحول فولطية خط التلكس العالية في أثناء الاستقبال إلى الفولطية المناسبة لعمل وحدة المعالجة المركزية، كما تحول فولطية وحدة المعالجة المركنزية إلى فولطية عالية في أثناء الإرسال. وبالإضافة إلى ذلك فإنها تحول نظام الشيفرة (ASCII) إلى نظام الوحدات الخمس وبالعكس. ومما يجب ذكره أن نظام التلكس يعمل بنظام الوحدات الخمس.

وحدة التثقيب وقارىء الشريط الورقي

أصبح استعمال هذه الوحدة قليلاً في الوقت الحاضر، بسبب استخدام الذاكرة في جهارُ التلكس، ولكنها كانت في الماضي الوسيلة الوحيدة لتخزين البرقيات بطريقة تمكن من إرسالها مرة ثانية.

إن وحدة تثقيب الشريط كانت تحدث خمسة ثقوب بعدد نبضات النظام الثنائي (في الشريط الورقي) وبذلك كانت تمثّل التشكيلة المعنية بتشكيلة من الثقوب أو اللاثقوب في شريط التخريم المناسب.

أما وحدة قارىء الشريط الورقي فكانت تترجم الثقوب واللاثقوب إلى إشارات كهربائية تناسب التشكيلة المعنية.

وحدة مصدر التغذية

تستخدم هذه الوحدة لإنتاج الفولطية والتيار المناسبين لعمل وحدات جهاز التلكس المختلفة، حيث يتطلب عمل بعض الوحدات فولطية وتياراً خاصين.

النشاط ٦ - ٤

أرسل برقية تلكس إلى مشترك آخر.

خامساً الناسوخ

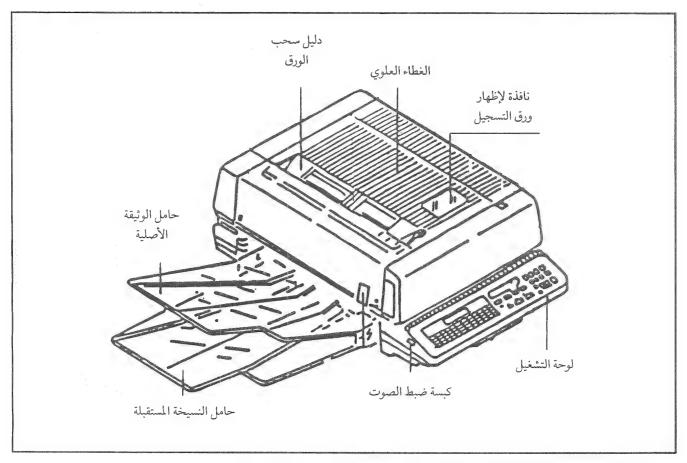
هل فكرت في وسيلة لنقل الرسائل أسرع من البريد العادي؟.

كيف يمكن استخدام شبكات الهاتف العادى لنقل الرسائل بالإضافة للمكالمات الهاتفية؟.

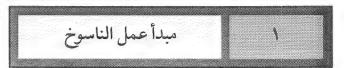
إن الناسوخ هو وسيلة اتصال لنقل الصور والوثائق، حيث يتم تحويل الرسالة المراد إرسالها إلى إشارة كهربائية صالحة للنقل عبر شبكة الهاتف، ترسل إلى الطرف المقابل الذي بدوره يستقبلها ويحولها إلى صورة طبق الأصل عن الرسالة المرسلة، ويبين الشكل (٦-١١) أحد أنواع النواسيخ الشائعة الاستعمال.

للناسوخ استخدامات عديدة نذكر منها ما يأتي:

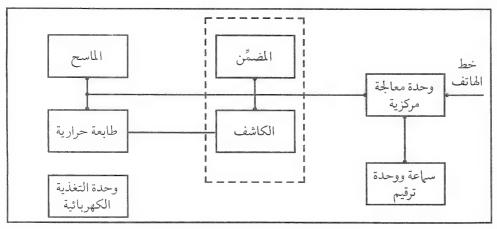
- التحققق من تواقيع الزبائن لغايات المعاملات البنكية.
- إرسال بصمات الأصابع لغايات تحقيق الأمن والقانون.
 - إرسال الفواتير والمطالبات المالية.
 - إرسال الجرائد والمجلات.
- إرسال ونقل الرسوم العاجلة، ونقل المخططات الهندسية.
- إرسال الرسائل والمعلومات والوثائق المتنوعة ، وكذلك إرسال الصور والرسوم المختلفة.



الشكل (٦-١١): جهاز الناسوخ



يتكون الناسوخ من الوحدات الأساسية اللازمة لتحويل الصورة إلى إشارة كهربائية مناسبة لتضمينها وإرسالها عبر خط الهاتف. وكذلك يتكون من الوحدة التي تستقبل الإشارة الكهربائية، وتكشفها ثم تحولها إلى صورة. وقد تحتوي بعض الأجهزة والمصدودة التي تستقبل الإشارة الكهربائية، وتكشفها ثم تحولها إلى صورة. وقد تحتوي بعض الأجهزة من المحددة التي تستقبل الإشارة الكهربائية، وتكشفها ثم تحولها إلى صورة. وقد تحتوي بعض الأجهزة على المحددة التي تستقبل الإشارة الكهربائية، وتكشفها ثم تحولها إلى صورة. وقد تحتوي بعض الأجهزة على المحددة التي تستقبل الإشارة الكهربائية، وتكشفها ثم تحولها إلى صورة التي المحددة التي تستقبل الإشارة الكهربائية المحددة التي تحدد المحددة التي تستقبل الإشارة الكهربائية المحددة التي المحددة التي تستقبل الإشارة الكهربائية المحددة التي تعدد المحددة التي تستقبل الإشارة الكهربائية الإشارة الكهربائية المحددة التي المحددة التي تعدد المحددة التي تعدد المحددة التي تعدد التي تعدد التي المحددة التي الإشارة الكهربائية المحددة التي المحددة التي المحددة التي تعدد التي المحددة التي المحد



الشكل (٦-١٢): المخطط الصندوقي للناسوخ

على وحدة ترقيم (Keypad) وساعة، وبدلك يمكن الاستغناء عن جهاز الهاتف. إن الاتصال بمشترك بحوزته جهاز ناسوخ يتم بطريقة مشابهة لإجراء مكالمة هاتفية، ويمكن لجهاز الناسوخ في الطرف الآخر أن يرتبط بصورة آلية على خط الهاتف بعد سماع نغمة البدء الهاتف بعد سماع نغمة البدء جهاز الناسوخ الأول، أو أن

يضغط الشخص على كبسة معينة بعد سماع إشارة البدء، وبذلك يكون قد ربط جهاز الناسوخ يدوياً (Manual).

يبين الشكل (٦-١٢) المخطط الصندوقي لجهاز الناسوخ، وسنشرح باختصار الوظائف الأساسية لوحدات الناسوخ، وهي:

أ - الاسح (Scanner)

يقوم الماسح بتحويل الصورة إلى إشارات كهربائية . ويستخدم مبدأ عمل الثنائي الضوئي الذي درسته سابقاً

لتحويل الضوء الساقط على الثنائي إلى تيار كهربائي يتناسب مع شدة الضوء الساقط.

تضاء الوثيقة بمصدر ضوء داخلي فيحول الثنائي الضوئي الموجود فوق الوثيقة الضوء المنعكس عنها إلى تيار كهربائي. فإذا حركنا الثنائي بسرعة منتظمة أمام الوثيقة نكون قد حصلنا على إشارات كهربائية تتناسب مع شدة الضوء المنعكس، أي تتناسب مع الليونين الأسود والأبيض في الوثيقة. وكذلك إذا أعدنا الثنائي

الشائي الضوئي مصدر ضوئي الوثيقة

الشكل (٦-١٣): الماسح

إلى مكانه الأول، ثم حركنا الوثيقة إلى الأمام مسافة صغيرة، وتحرك الثنائي بالسرعة السابقة نفسها نكون قد مسحنا سطراً جديداً، وهكذا يتحرك الثنائي والوثيقة حتى يكتمل مسح الوثيقة كاملة، كما في الشكل (٦-١٣).

أما الطرق الحديثة في المسح، فتعتمد على وجود دارة متكاملة تحتوي على ثنائيات ضوئية وترانزستورات تأثير مجال يكون عددها وترتيبها كافياً لمسح سطر واحد، وتسمى طريقة المسح هذه مسح الشحنات (Charge Coupled Devices: CCD)، وفي هذه الحالة نحتاج فقط إلى تحريك الوثيقة إلى الأمام سطراً بعد الانتهاء من قراءة حالات الثنائيات جميعها، وهكذا حتى يكتمل مسح الوثيقة بكاملها.

ومما يجدر ذكره أن التيار الخارج من الثنائي يتم تحديده بمستويين، أحدهما للون الأسود والآخر للون الأبيض، أي أن الإشارات الكهربائية تمثل صورة باللونين الأسود والأبيض، وهنا تسأل: ما سرعة تحريك الوثيقة ؟ إن سرعة تحريك الوثيقة هي مسح أربعة خطوط في الميلميتر الواحد. أما حجم الوثيقة المراد إرسالها فيكون عادة (A4) بقياس (۲۹۷ x ۲۱۰ مم).

ب- الطابعة الحرارية (Thermal Printer)

تتكون الطابعة الحرارية من رأس الطباعة الحراري الذي طوله يساوي عرض الورقة، المكون من عدد كبير من المقاومات الحرارية الصغيرة جداً التي تكون على شكل نقطة. فإذا مرت نبضة كهربائية في تلك المقاومة فإنها تسخن. أما الورق المستخدم في تكوين صور الوثائق في جهاز الناسوخ فهو من الورق الحراري (Thermal Paper) بمعنى أنه إذا تعرض

للحرارة يتغير لونه إلى اللون الأسود. فإذا كان هذا الورق ملامساً لرأس الطباعة الحراري، ثم مر تيار لحظي (أي نبضة) في إحدى المقاومات في رأس الطباعة، ونتيجة للحرارة فإن نقطة الورق الملامسة لتلك المقاومة تصبح سوداء كما هو موضح في الشكل (٦-١٤).

في حالة الاستقبال في جهاز الناسوخ، فإن إشارات الصورة (التي هي على شكل نبضات) تصل لرأس الطباعة الحراري عن طريق الأوامر التي تصدرها وحدة المعالجة المركزية، وبالتالي تظهر نقط سوداء على طول خط تلامس لفة

ورق حراري للطباعة

الشكل (٦-١٤): رأس الطباعة الحراري

الورق الحراري مع رأس الطباعة؛ أي أننا رسمنا سطراً ثم عندما يدور المحرك الحامل للورق مسافة تعادل سطراً، وتصل نبضات جديدة للصورة نرسم سطراً آخر... وهكذا، حتى يكتمل استقبال إشارات الصورة الأصلية، فيظهر خط متقطع على الورق إشعاراً بأن الاستلام قد اكتمل، وأننا نستطيع قص الورق عند ذلك الخط المنقط.

ومما يجدر ذكره أننا نستطيع أن نستخدم

جهاز الناسوخ كآلة تصوير، وذلك بوضع الوثيقة المراد إرسالها داخل الجهاز، ثم تشغيله بكبسة معينة تمنع خروج الإشارات إلى المضمّن، بينها تمررها مباشرة إلى الطابعة وبذلك نحصل على صورة (Local Copy).

ج- وحدة المعالجة المركزية

تتحكم هذه بجميع مراحل عمل الناسوخ، كعمليات المسح وتحويل الإشارة إلى نبضات، وتضمينها وإرسالها عبر خط الهاتف، وكذلك استقبال الإشارات الواردة وتحويلها إلى إشارات مناسبة للطباعة، وكذلك تتحكم بالعمليات الميكانيكية كافة من تشغيل المحركات وغيره.

وبالإضافة لذلك تطبع هذه الوحدة تقارير عن الرسائل التي أرسلت أو استلمت، وعما إذا حدثت أخطاء في أثناء عملية الإرسال.

د- وحدة المضمّن/ الكاشف

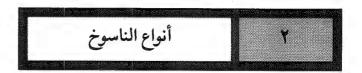
إن الإشارة الخارجة من وحدة الماسح غير ملائمة للإرسال عبر الشبكة الهاتفية، وتعمل وحدة المضمّن على تضمين هذه الإشارة على إشارة على إشارة على إشارة حاملة مناسبة للإرسال عبر الشبكة الهاتفية باستخدام إحدى طرق تضمين الاتساع أو التردد التي درستها سابقاً، أو باستخدام طريقة التضمين النبضي.

أما في حالة الاستقبال، فإن وحدة الكاشف تعمل على فصل الإشارة المحمولة عن الحاملة، وعن طريق الأوامر التي تصدر من وحدة المعالجة المركزية، فإن الإشارة المحمولة (المشابهة للإشارة الأصلية) تصل إلى وحدة الطابعة الحرارية التي تحولها إلى صورة تطبع على الورق الحراري.

ومما يجب ذكره أنه في حالة التضمين النبضي الرقمي فإن سرعة إرسال إشارة الناسوخ التي تعتمد على حالة الخطوط الهاتفية المستخدمة تكون إحدى السرعات (٢٤٠٠, ٢٤٠٠) ، ٧٢٠٠ ببضة / ثانية.

هـ- وحدة مصدر التغذية الكهربائية

تؤمن هذه الوحدة التغذية الكهربائية اللازمة لمختلف الدارات الكهربائية في الناسوخ، وذلك بتحويل التيار الكهربائي المتناوب إلى تيار مستمر واستعمال دارات المنظمات (Regulators) للحصول على فرق جهد مستمر وثابت تقريباً لا سيما للمحركات، ووحدات الإضاءة للورق الحراري.



كيف تصنف أجهزة الناسوخ؟

يمكن تصنيف أجهزة الناسوخ تبعاً لسرعة الإرسال، إلا أن الاتحاد الدولي للاتصالات قد وضع تصنيفاً لأجهزة الناسوخ تبعاً لمواصفات الأجهزة التي تعمل على خطوط المشتركين، ومن هذه التصنيفات:

أ - المجموعة الأولى (G1)

ترسل هذه المجموعة الوثائق بحجم (A4) في ست دقائق، وتستخدم التضمين الاتساعي أو الترددي. وتعد مواصفات هذه المجموعة من أقدم المواصفات في مجال أجهزة الناسوخ.

ب - المجموعة الثانية (G2)

ترسل هذه المجموعة الوثائق بحجم (A4) في ثلاث دقائق، وتستخدم التضمين الاتساعي.

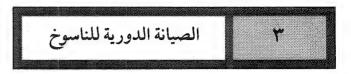
ج - المجموعة الثالثة (G3)

هذه المجموعة تـرسل الوثائق بحجم (A4) في دقيقة واحدة تقريباً، وتستخدم التضمين الرقمي، وترسل بالسرعات التي ذكرت سابقاً.

ولا بد أن نذكر أن أجهزة الناسوخ تشتمل على الإمكانات الفنية، بحيث تتمكن من العمل على المجموعات السابقة، فمثلاً الجهاز ضمن المجموعة (G2) وبذلك يمكن السابقة، فمثلاً الجهاز ضمن المجموعة (G3) وبذلك يمكن للأجهزة التعامل مع بعضها بغض النظر عن الشركات الصانعة لها. وكذلك تختار الأجهزة سرعة الإرسال المناسبة لطبيعة وكفاءة خط الهاتف المستخدم.

د - المجموعة الرابعة (G4)

ما زالت مواصفات هذه المجموعة تحت التطوير والدراسة، وهي مخصصة أساساً للعمل على شبكات تراسل البيانات.



تقسم أعمال الصيانة الدورية لجهاز الناسوخ إلى عمليات المعاينة والتنظيف، وتعتمد أعمال الصيانة الدورية على الميزات المتوافرة في الجهاز التي يمكن لفني الصيانة الاعتماد عليها مثل: إجراء إختبار الفحص الذاتي (Self Test) الذي يُجرى تلقائياً

عند تشغيل الجهاز، ويعطى إنذاراً في حالة حدوث تعطل ما. ومن أهم أعمال الصيانة الدورية ما يأتي:

أ - معاينة الجهاز ، وتشمل:

- فحص الصورة المستقبلة، والتأكد من وضوح الحروف، وكذلك عمل نسخة عن الوثيقة المراد إرسالها للتأكد من صلاحية الجهاز.
 - التأكد من سلامة المصابيح والأجراس الموجودة في الجهاز.
 - التأكد من سلامة الترقيم وخط الاتصال وإرسال الوثائق واستقبالها.

ب - التنظيف، ويشمل:

- تنظيف الأجزاء الميكانيكية بشكل جيد من الأوساخ والغبار.
 - تنظيف مصباح الإنارة.
 - تنظيف رأس الطباعة بحذر شديد.
 - تنظيف مقص الورق من مخلفات القص إن وجدت.

الشاط ٢ - ٥

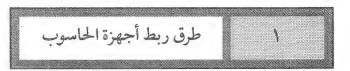
زر أحد المعارض المتخصصة في أجهزة الناسوخ، واطلع على الأنواع المختلفة منها.

سادساً شبكات نقل البيانات

لماذا نحتاج إلى وسائل لنقل البيانات؟ ما تلك الوسائل؟.

لقد شهد حقل تكنولوجيا الحواسيب والمعلومات تطوراً كبيراً، فتح المجال أمام مستخدمي أجهزة الحاسوب لتخزين ومعالجة ونقل تطبيقات (برامج) فنية وإدارية ومالية وغيرها. وكان أيضاً للتوسع في استخدام أجهزة الحاسوب وتغطيتها مناطق جغرافية واسعة أثر في ازدياد حاجة مستخدمي تلك الأجهزة لتبادل المعلومات فيها بينهم، سواءً أكان ذلك على مستوى الهيئة الواحدة، أم على مستوى البلد الواحد، أم على مستوى تبادل المعلومات بين البلدان.

إن شبكة نقل البيانات هي التي تعمل على نقل البيانات وتوصيلها بين أجهزة حاسوب مختلفة، بحيث تظهر أجهزة الحاسوب الكبيرة المنتشرة في مناطق جغرافية واسعة أمام المستخدم كجهاز حاسوب واحد، يسمح لهذا المستخدم والمستخدمين الآخرين الاشتراك في تطبيقات برامج الحاسوب وبياناته بشكل متساو.



تربط أجهزة الحاسوب وشاشاتها وطابعاتها مع بعضها بطرق عدة أهمها:

كبل ربط وحدة طرفية مركزي طابعة

الشكل (٦-١٥): طريقة ربط نقطة إلى نقطة

أ - الربط بطريقة نقطة إلى نقطة (Point - to - Point)

تربط الشاشة أو الطابعة أو جهاز الحاسوب بجهاز حاسوب بجهاز حاسوب آخر باستخدام دارة مخصصة أو دارة مستأجرة، كما هو موضح في الشكل (٦-١٥).

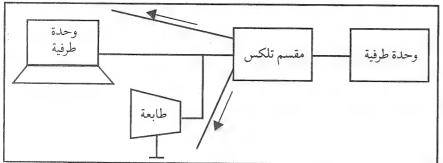
أما الدارة المستأجرة فيمكن أن تكون زوجاً من الأسلاك أو قناة ميكرووية. وتتصف طريقة الربط هذه بمحدودية الفعالية، بحيث لا تستطيع شاشة أخرى مشاركة الشاشة (الوحدة

الطرفية) المربوطة على الحاسوب.

ب - طريقة الربط باستخدام مقسم تلكس تتصف هذه الطريقة بأن لكل

شاشة دارة مقسم، ويستطيع مستخدمو الشاشات الاتصال فيا بينهم، والمساركة في المعلومات

المركزية.

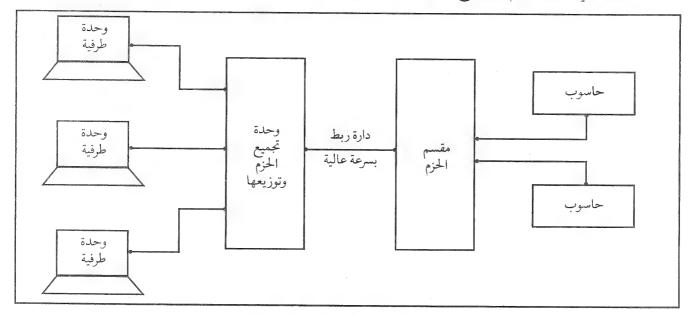


الشكل (٦-٦): طريقة الربط باستخدام مقسم التلكس

يسمى المقسم المستخدم مقسم التلكس، ويوضح الشكل (٦-١٦) طريقة الربط المذكورة.

ج - طريقة الربط باستخدام مقاسم الحُزم (Packet Switches)

تقسّم طريقة الربط باستخدام مقاسم الحُزم التي ستشرح لاحقاً المعلومات المرسلة من وحدة طرفية معينة إلى حزم عدة، بحيث تحتوي الحزمة الواحدة على عنوان للحاسوب المراد الاتصال به. تجمع الحزم من عدد من الوحدات الطرفية بوساطة وحدة تجميع الحزم وتوزيعها، وترسل إلى مقسم الحزم الذي يرسلها بدوره إلى أجهزة الحاسوب المختلفة بناءً على العناوين التي تحتويها الحزم، ويوضح الشكل (٦-١٧) طريقة الربط باستخدام مقسم الحزم.



الشكل (٦-١٧): طريقة الربط باستخدام مقاسم الحزم

هل هناك أشكال لشبكات نقل البيانات؟ وهل هناك تصنيفات لتلك الشبكات؟

تصنف الشبكات حسب المنطقة الجغرافية التي تغطيها إلى ما يأتي:

أ - شبكة البيانات المحلية (Local Area Network : LAN)

تستخدم هذه الشبكة لخدمة مجموعة مستخدمي أجهزة حاسوب أو شاشات موجودة داخل مبنى واحد أو مبانٍ عدة قريبة من بعضها كالجامعة الأردنية مثلاً.

ب- شبكة بيانات المناطق المكتظة سكانياً (Metropolitan Area Network : MAN)

تستخدم لنقل البيانات بين أجهزة حاسوب عدة داخل مدينة كبيرة.

ج - شبكة بيانات موسّعة (Wide Area Network :WAN)

هي الشبكة التي تستخدم لربط أجهزة حاسوب في مدن عدة مع بعضها بقصد تبادل البيانات بين تلك المدن.

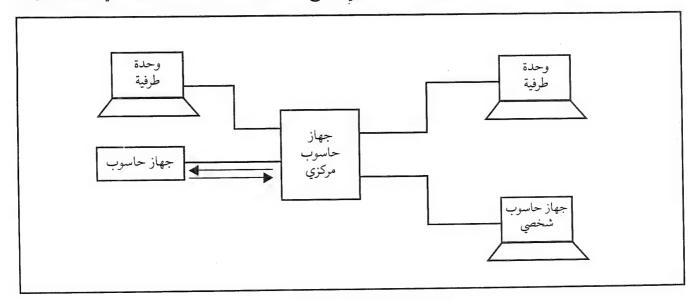
د - شبكة بيانات دولية (Global Area Network : GAN)

تربط هذه الشبكة أجهزة حاسوب عدة في دول معينة.

أما الأشكال التي تبنى بها تلك الشبكات المذكورة أعلاه فهي كما يأتي:

١. الشبكة النجمية (Star Network)

تربط هذه الشبكة شاشات عدة أو أجهزة حاسوب شخصية، كما في الشكل (٦-١٨) بشكل مباشر باستخدام أحد أنواع طرق الربط السابقة مع جهاز حاسوب مركزي. وتمتاز هذه الطريقة بأنه إذا تعطلت إحدى دارات الربط، فإن ذلك لا يؤثر في الدارات الأخرى. أما سيئاتها فهي ارتفاع تكلفتها إذا كانت الشاشات موزعة في مناطق جغرافية

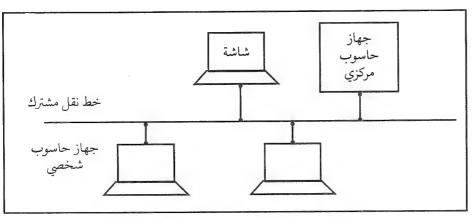


الشكل (٦-١٨): شبكة البيانات النجمية

واسعة، لأن لكل شاشة دارة ربط خاصة بها.

Y. شبكة خط النقل المشترك (Common Bus Network)

تستخدم هذه الطريقة خط نقل بيانات مشترك مصممم لهذه الغاية، ويمتاز بالسرعة العالية مثل الكبل العصوري، كما في الشكل المحوري، كما في الشكل أجهزة الحاسوب أو الشاشات بهذا الخط المستخدام أجهزة



الشكل (٦-١٩): شبكة خط النقل المشترك

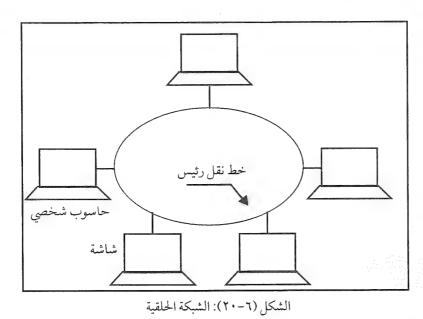
ووصلات خاصة وبشكل

مباشر. ومما يجدر ذكره أنه بإمكان أجهزة الحاسوب المرتبطة بهذا الخط الاتصال فيها بينهم مباشرة دون الحاحة لجهاز حاسوب مركزي للتنسيق وتأمين الاتصال. ومن عيوب هذه الطريقة أنه في حالة قطع الخط المشترك في نقطة ما، فإن أجهزة الحاسوب أو الشاشات المربوطة على الجزء المقطوع تفقد اتصالها مع جهاز الحاسوب المركزي، كما تفقد أجهزة الحاسوب الاتصال فيها بينها. وبالإضافة إلى ذلك تتصف هذه الطريقة بمحدودية طول خط النقل المشترك المسموح به، بحيث لا يزيد عن (٥٠٧) كم. وتعد هذه الطريقة هي الأكثر شيوعاً واستخداماً في الشبكات المحلية لا سيها في التطبيقات ذات السرعة التي لا تزيد على (١٠) ميجابت/ الثانية.

٣. الشبكة الحلقية (Ring Network)

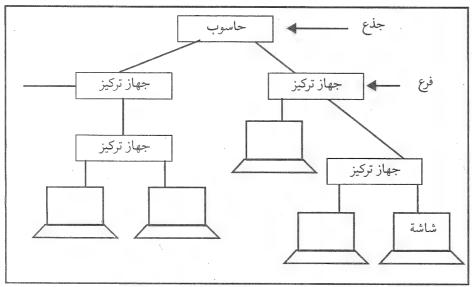
يتم إنشاء هذه الشبكة بحيث تأخذ شكل حلقة. تستخدم كبلاً محورياً أو كبل ألياف ضوئية، كخط نقل رئيس ترتبط به مجموعة من الشاشات، أو أجهزة الحاسوب الشخصية، كما هو موضح في الشكل (٢٠-١).

تمتاز هذه الشبكة بمقدرتها على تغطية مساحة واسعة أكبر من المساحة التي تغطيها الأشكال الأخرى من الشبكات، وتوفير سرعة إرسال أكبر تصل إلى (١٠٠) ميجابت/ الثانية.



٤. الشبكة الشجرية أو الهيكلية (Tree Network)

سميت بهذا الاسم لأنها تشبه الشجرة في تركيبها، وهي مكونة من جذع رئيس وفروع، كما هو موضح في الشكل



الشكل (٦-١): الشبكة الشجرية

(۲۱-۱). تستخدم هاده الشبكة في إنشاء الشبكات الوطنية الواسعة أو شبكات المدن، ويمكن توسعتها لتغطى مساحات كبرة لربط أجهزة حاسوب باستخدام أجهزة ترکیز (Concentrators) للشاشات (وهي تربط أكثر من شاشة) أو ربط أجهزة حاسوب شخصية أو ربط شىكات محلىة.

٥. الشبكة غير الهيكلية (Mesh Network)

تستخدم هذه الشبكة في بناء الشبكات المحلية والوطنية والدولية، وتمتاز بتوفيرها أكثر من مسار اتصال بديل في حالة تعطل دارة الربط الأساسية، وذلك كما هو مسوضح في الشكل (٦-٢٢). ومنن

حاسوب حاسوب شاشة حاسوب حاسوب شاشة حاسوب حاسوب

الشكل (٦-٢٢): الشبكة غير الهيكلية

عيوب هذه الشبكة تعقيدات الربط واحتياجها إلى بروتـ وكولات اتصال (طرق تفاهم بين أجهزة الحاسـوب) مما يؤدي إلى ارتفاع تكلفتها.

النشاط ٢ - ٢

زر مركز المعلومات الوطني واكتب تقريراً عن شبكة المعلومات المستخدمة لديه.

ترميز البيانات (Data Coding) سابعا

درست سابقاً أن رموز البيانات هي تمثيل كهربائي للحروف الأبجدية والأرقام والأشكال وغيرها، وتستطيع أجهزة الحاسوب استخدامها لمعالجة العمليات المطلوبة وتبادلها مع أجهزة حاسوب أخرى.

ومن أهم الأنظمة المستخدمة ما يأتي:

نظام الشيفرة الأميركية (American Standard Code for Information Interchange: ASCII)

تم تطوير هذا النظام في الولايات المتحدة الأميركية، ويستخدم بكثرة في أجهزة الحاسوب الصغيرة والشخصية والشاشات وأجهزة الاتصالات، وفي أجهزة الحاسوب الكبيرة أحياناً.

الجدول (٢-٦): نظام شيفرة (A S C I I)

| | | | | b ₇ | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 |
|----------------|----------------|----------------|----|-----------------------|-------|-----|----------|-----|---|---|---|-----|
| | | | | b ₆ | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| | | b ₅ | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | | | |
| b ₄ | b ₃ | b ₂ | bı | | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | NUL | DLE | SP | 0 | 3 | P | 3 | p |
| 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | SOH | DC1 | ! | 1 | A | Q | a | q |
| 0 | 0 | 1 | 0 | 2 | STX | DC2 | 44 | 2 | В | R | b | r |
| 0 | 0 | 1 | 1 | 3 | ETX | DC3 | #Q | 3 | C | S | С | S |
| 0 | 1 | 0 | 0 | 4 | ЕОТ | DC4 | po \$ | 4 | D | T | d | t |
| 0 | 1 | 0 | 1 | 5 | ENQ | NAK | % | 5 | E | U | e | u |
| 0 | 1 | 1 | 0 | 6 | ACK | SYN | & | 6 | F | V | f | V |
| 0 | 1 | 1 | 1 | 7 | BEL | ETB | 4 | 7 | G | W | g | W |
| 1 | 0 | 0 | 0 | 8 | BS | CAN | (| 8 | H | X | h | X |
| 1 | 0 | 0 | 1 | 9 | HT | EM |) | 9 | I | Y | i | у |
| 1 | 0 | 1 | 0 | 10 | LF ① | SUB | эk | 0 0 | J | Z | j | Z |
| 1 | 0 | 1 | 1 | 11 | VT(1) | ESC | + | ŝ | K | 3 | k | 3 |
| 1 | 1 | 0 | 0 | 12 | FF ① | IS4 | , | < | L | 3 | 1 | 3 |
| 1 | 1 | 0 | 1 | 13 | CR ① | IS3 | - | = | M | 3 | m | 3 |
| 1 | 1 | 1 | 0 | 14 | SO | IS2 | | > | N | 3 | n | 3 |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 15 | SI | IS1 | 1 | ? | 0 | - | 0 | DEL |

يتم تمثيل كل حرف أو رقم في هذا النظام بسبع خانات ثنائية (b₁ b₂ b₃ b₄ b₅ b₆ b₇) كها هو موضح في الجدول (٢-٢). ولها يجب ذكره أن النبضة (b₁) ترسل أولاً يليها النبضة (b₂) ... وهكذا حتى النبضة (b₇). ولمعرفة تشكيلة أي حرف مثلاً ، فإننا ننظر إلى قيم (b₁b₂b₃b₄) في الخط الأفقي الذي يتحوي على الحرف ثم إلى قيم (b₅b₆b₇) في الخط الرأسي الذي يحتوي على ذلك الحرف، وكمثال على ذلك فإن تشكيلة الحرف ذلك الحرف، وكمثال على ذلك فإن تشكيلة الحرف النبضات من أجل كشف الأخطاء التي يمكن حدوثها في أثناء إرسال النبضات، تسمى نبضة الفحص (Parity Bit) وترسل قبل إرسال التشكيلة فإنها توضع إلى التصي بسارها.

وهناك أسلوبان لتحديد نبضة الفحص هما:

أ - الفحص الفــردي (Odd Parity): حث توضع قيمة نبضة الفحص صفراً أو واحداً، ويكون مجموع الواحدات مساوياً رقهاً فردياً، وتصبح تشكيلة الحرف (A) مثلاً هي (11000001).

ب- الفحص الزوجي (Even Parity): حيث توضع قيمة نبضة الفحص صفراً أو واحداً، ويكون عدد الوحدات مساوياً رقباً زوجياً وتصبح تشكيلة الحرف (A) مثلاً هي (01000001). ومما

يجدر ذكره أنه يجب أن تكون نبضة الفحص في الرقم الذي يتم استقباله متجانسة تماماً مع نبضة الفحص لذلك الرقم الذي تم إرساله، وأن أي اختلاف في نبضة الفحص سيؤدي إلى إعادة إرسال الرقم بصورة آلية. وبهذا نجد أن هذا النظام يقلل من الأخطاء في أثناء الإرسال والاستقبال.

نستطيع القول إن نظام (ASCII) يتكون بشكل عام من (١٢٨) تشكيلة، وقد جرى تعديل هذا النظام لمواجهة الإشارات الجديدة في تراسل البيانات. ويسمى نظام (ASCII) الموسع. ومما يلاحظ من الجدول السابق وجود تشكيلات تستخدم لغايات التحكم وتسمى تشكيلات التحكم (Control Character) فمثلاً الرمز (DEL) يعني الحذف (Delete).

لقد تم أيضاً تطوير نظام (ASCII) ليتعامل مع اللغة العربية، حيث أصبحت التشكيلات في نظام (ASCII) تمثل أشكال وأرقام اللغة العربية، كما هو موضح في الجدول (٦-٣).

وعلى سبيل المثال، فإن تشكيلة الحرف (أ) هي (1100001).

ومن جهة أخرى توجد رموز أخرى مستخدمة في معالجة البيانات وتراسلها، مثل النظام العشري المرمز ثنائياً (Binary Coded Decimal : BCD). ويستخدم للتعبير عن أرقام النظام العشري (صفر إلى تسعة) ويتشكل كل رقم من أربع خانات من النظام الثنائي، فمثلاً الرقم العشري (٩)، يرمز له بالتشكيلة (1001)، وهكذا بالنسبة لباقي الأرقام.

كما يوجد رمز آخر يسمى شيفرة النظام العشري المرمَّز ثنائياً الموسع -Extended Binary Coded Deci . وقد صمم mal Interchange Code : EBCDIC) هذا النظام الموسع لإعطاء تشكيلات لجميع الأرقام والحروف وغيرها، ويتكون كل حرف من ثماني نبضات ثنائية، وهو شائع الاستعمال في أوروبا، وبخاصة في أجهزة الحاسوب الضخمة.

| | | | - | | | | | | | | | | | |
|----------------|----------------|----------------|----|----------------|---|-----|------|----|---|----|-----|----|-----------------|--|
| | | | | b ₇ | | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | |
| | | | | b 6 | | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | |
| | | | | b ₅ | | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | |
| | | | | | | | | | | | | | | |
| b ₄ | b ₃ | b ₂ | bı | | | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | |
| 0 | 0 | 0 | 0 | | 0 | NUL | DLE | SP | | @ | ذ | | $\overline{}$ | |
| 0 | Ō | 0 | -1 | | 1 | SOH | DC1 | ! | ١ | ۽ | ر | ف | | |
| 0 | 0 | 1 | 0 | | 2 | STX | DC2 | 44 | ۲ | Ĩ | j | ق | · | |
| 0 | 0 | 1 | 1 | | 3 | ETX | DC3 | # | ٣ | ٩ | س_ | ک | | |
| 0 | 1 | 0 | 0 | | 4 | EOT | DC4 | \$ | ٤ | ز | شــ | ل | | |
| 0 | 1 | 0 | 1 | | 5 | ENQ | N∙AK | % | ٥ | ! | صـ | مـ | \triangleleft | |
| 0 | 1 | 1 | 0 | | 6 | ACK | SYN | & | ٦ | 5 | ضــ | نـ | _ | |
| 0 | 1 | 1 | 1 | | 7 | BEL | ЕТВ | • | ٧ | 1 | ط | _8 | ÷ | |
| 1 | 0 | 0 | 0 | | 8 | BS | CAN | (| ٨ | ب | ظ | و | × | |
| 1 | 0 | 0 | 1 | | 9 | НТ | EM |) | 9 | ő | عـ | ی | << | |
| 1 | 0 | 1 | 0 | | | LF | SUB | * | : | تـ | غـ | ب | >> | |
| 1 | 0 | 1 | 1 | | | VT | ESC | + | ; | ثـ |] | - |] | |
| 1 | 1 | 0 | 0 | | | FF | FS | , | > | جـ | / | 72 | عربي | |
| 1 | 1 | 0 | 1 | | | CR | GS | - | = | _> | [| |] | |
| 1 | 1 | 1 | 0 | | | so | RS | | < | خد | Λ | _ | لاتيني | |
| 1 | 1 | 1 | 1 | | | SI | US | / | ? | ٥ | | 9 | DEL | |

تمرين

اكتب التشكيلات الممثلة لكلمة مدرسة.

ثامناً مقاسم الحزم

ما حزم البيانات؟

تعرف حزمة البيانات بأنها كمية من البيانات أو الرسائل ذات الحجم المعيّن، وتختلف من نظام إلى نظام أخر ووحدتها الحرف (Character).

تجزأ البيانات أو الرسائل المرسلة من أجهزة الحاسوب أو الوحدات الطرفية المرتبطة بجهاز تجميع وتوزيع الحُزم إلى حزم،

ثم تجمع من الأجهزة المختلفة بوساطة جهاز تجميع الحزم، وترسل بسرعة عالية خلال شبكة البيانات. أما في الجهة المستقبلة فيتم توزيع تلك الحزم إلى الجهات المطلوبة بناءً على العنوان الموجود في كل حزمة، والذي بدوره يحدد الجهة المطلوب إرسال الرسالة إليها. وبذلك نجد أن الجهة المطلوبة تستلم فقط الحزم التي تشكل الرسالة المعنونة لها.

وهذه العملية تشبه عملية إرسال شخص رسالة لشخص آخر، حيث يكتب عنوان الشخص المرسل إليه على مغلف، ويضع الرسالة (كغيره من الأشخاص) في صندوق البريد. يتفحص ساعي البريد جميع الرسائل في صندوق البريد، ويفرزها حسب العنوان المكتوب عليها، وقد تكون أكثر من رسالة موجهة إلى شخص معين، فيجمع ساعي البريد تلك الرسائل لذلك الشخص ويرسلها دفعة واحدة (أي حزمة واحدة). وبذلك نجد أن ساعي البريد يعمل عمل مقسم تراسل البيانات الذي سيتم شرحه لاحقاً.

تستخدم هذه المقاسم بشكل عام لخدمة البنوك والشركات الكبيرة والجامعات وغيرها، ولكن ما المكونات الأساسية لشبكة ومقسم تراسل البيانات؟.

الوحدة الطرفية (شاشة الإدخال أو الاستعلام) (Data Terminal Equipment:DTE)

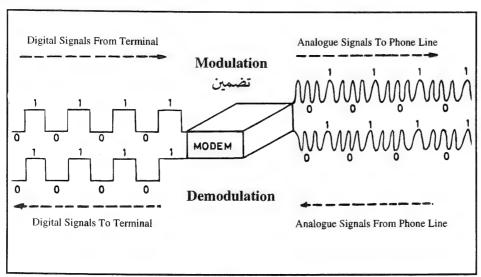
إنها الوحدة التي يستخدمها مستخدم جهاز الحاسوب، وتكون بشكل شاشة مزودة بلوحة مفاتيح، أو جهاز حاسوب شخصي. يرسل مستخدم الشاشة المعلومات ويستقبلها من أجهزة الحاسوب الأخرى.

وحدة الاتصال (موديم) (Data Communications Equipment: DCE)

وهي مضمّن / كاشف (modem) وبشكل عام يحول الموديم الإشارات الرقمية التي يصدرها الحاسوب أو الوحدة الطرفية إلى إشارات تمثيلية قابلة للإرسال مسافات بعيدة، وكذلك يحول الإشارات التمثيلية إلى رقمية وهناك أنواع عدة من الموديم تعمل على سرعات مختلفة مثل: (٣٠٠, ٢٠٠، ٢٠٠، ٢٢٠، ٢٤٥٠، ٢٨٠، ٩٦٠، ٢٤٤٠) نبضة / الثانية. تكون

دارة الربط بين الموديم والشبكة الهاتفية إما زوجاً أو زوجين من الأسلاك، وفي حالات أخرى يكون هذا الربط لاسلكيا. أما طريقة تبادل المعلومات، فإما أن تكون نصف مزدوجة أو مزدوجة.

وتجدر الإشــــارة إلى أن أجهـــزة الموديم تعمل ضمن مــواصفـات محددة من قبل التحداد الــدولي لـلاتصـالات، ويبيّن الشكل (٦-٣٣) الموديم.



وحدة تجميع حزم البيانات وتوزيعها

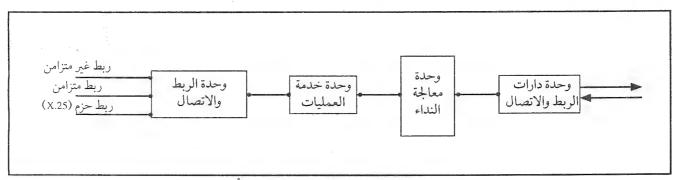
هي جهاز يتصل به عدد من الشاشات أو أجهزة الحاسوب الشخصي لتمكينها من تبادل المعلومات مع أجهزة حاسوب أخرى بوساطة مقسم الحزم.

يستقبل هذا الجهاز المعلومات المختلفة من الشاشات، ويحملها ويرسلها في حزمة مرة واحدة. أما مقسم الحزم فيرسلها إلى الجهة المعنية حسب العنوان المذكور كجزء من الرسالة التي أرسلتها وحدة تجميع وتوزيع الحزم. أما في حالة استقبال هذه الوحدة أي رسائل من مقسم الحزم، فإنها توزعها على كل شاشة أو جهاز حاسوب حسب عنوان كل منها.



ما الوحدات الأساسية التي يتكون منها مقسم الحُزم؟

يتكون مقسم الحُزم بشكل عام من الوحدات المبينة في الشكل (٦-٢٤): عندما تصدر إحدى الشاشات (أو أجهزة الحاسوب الشخصي، فإن المقسم يحدد الجهة المطلوبة من الحاسوب الشخصي، فإن المقسم يحدد الجهة المطلوبة من قراءته عنوان تلك الجهة في حزمة البيانات، ثم يضيف إلى الحزمة بيانات تحكم وحماية تساعد على إيصال الحزمة بشكل صحيح إلى الجهة المطلوبة.



الشكل (٦-٢٤): المخطط الصندوقي لمقسم الخُزم

أ - وحدة الربط والاتصال

قتل وحدة الربط والاتصال وحدة المقابلة لربط المشتركين (شاشات أو حاسوب شخصي) الذين يستخدمون أنواعاً مختلفة من البروتوكولات التي تساعد على تبادل البيانات بصورة صحيحة، مثل الإرسال غير المتزامن للبيانات، كما هو مستخدم في نظام التلكس أو الإرسال المتزامن الذي يتم بموجبه إرسال البيانات بين طرفين أو حاسوبين بطريقة متزامنة، أي أن بداية إرسال البيانات هي تماماً بداية استقبالها في الطرف الآخر. كما يوجد نوع آخر من البروتوكولات يسمى (X.25) حيث يتم تبادل إشارات محددة بين الطرفين بموجبه.

ب- وحدة خدمة العمليات

تتكون وحدة خدمة العمليات من ذاكرة محلية تستخدم لحفظ بيانات المشترك في أثناء الإرسال، ووحدة فرعية لمعالجة إشارات الخط المستخدمة لتتبع حالة شاشة المستخدم، كأن تكون الشاشة مشغولة أو جاهزة للاستقبال أو معطلة، كما

تحتوي الوحدة الفرعية على الماسح الذي يتحسس حالة خط المشترك الذي يستخدم الشاشة، ثم تمرر هذه البيانات إلى الوحدة الفرعية لمعالجتها.

ج - وحدة معالجة النداء

إن وحدة معالجة النداء مسؤولة عن تنفيذ وإنهاء النداء بين المستخدمين، كما تعمل على جمع البيانات المتعلقة بتكلفة المكالمات، وتخزين البيانات الخاصة بالمحاسبة لإصدار الفواتير للمستخدمين، تتكون هذه الوحدة من وحدة معالجة مركزية فرعية للتحكم بإجراءات تنفيد النداء، ومن ذاكرة مشتركة تحفظ بصورة مؤقتة بيانات معالجة وتنفيذ النداء، وتأمين الاتصال مع الذاكرة الدائمة كالقرص الممغنط.

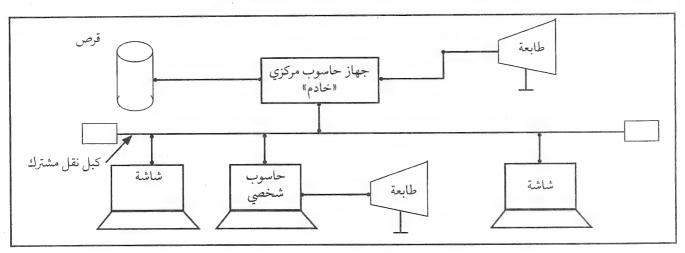
د - وحدة دارات الربط والاتصال

تحدد هذه الوحدة المسارات اللازمة لنقل الحزم بين الجهة الطالبة والجهة المطلوبة في حالة استخدام أكثر من مقسم حزم.



ما الفوائد الرئيسة لهذه الشبكة ؟

ذكرنا سابقاً أن هذه الشبكة هي نظام اتصال يتعلق بالبيانات مكون من أجهزة وبرمجيات لتأمين الاتصال بين مستخدمي أجهزة حاسوب، ووحدات طرفية تقع في منطقة جغرافية محدودة كمبنى مثلاً، كما هو موضح في الشكل (٦-٢٥). ويمكن لمستخدمي الأجهزة الاتصال فيما بينهم، وتبادل المعلومات تماماً كالمشتركين على مقاسم الهاتف.



الشكل (٦-٢٥): شبكة البيانات المحلية

لقد تم تطوير الشبكات المحلية لاستغلال أجهزة الحاسوب الشخصية وعدد من الشاشات والطابعات بشكل جماعي، حيث تشكل تلك الأجهزة والشبكة المحلية طاقة معالجة كبيرة توازي طاقة المعالجة الكبيرة لأجهزة الحاسوب الضخمة، وخاصة إذا استخدم جهاز حاسوب مركزي خادم (Server) ليخدم أجهزة الحاسوب الشخصية. ومن الفوائد التي تحققها الشبكة المحلية ما يأتي:

- ١- المشاركة في الاستفادة من ذاكرات الخزن الدائمة الكبيرة (الأقراص الممغنطة)، وأجهزة معالجة الأشرطة المعنطة.
- ٢- الحصول على سرعة استجابة عالية، لأن درجة الاستجابة باستخدام الشبكة المحلية تزيد عنها بكثير في حالة التعامل مع جهاز الحاسوب الشخصى بشكل منفرد.
 - ٣- المشاركة في استغلال النظم التطبيقية الممكنة وملفاتها وبرمجياتها.
 - ٤- الاستفادة من الطابعات المربوطة على الشبكة.

وقد تتساءل ما المكونات الرئيسة للشبكة المحلية؟

- كما يظهر من الشكل (٦-٥٦) فإنها تتكون من:
- لوحة الربط مع الشبكة وهي موجودة في كل وحدة طرفية أو حاسوب شخصي، وهي غير ظاهرة على الشبكة.
 - وحدة الحاسوب الخادم للشبكة.
 - وحدة التخزين الدائمة (القرص).
 - أجهزة الحاسوب الشخصي والشاشات والطابعات.
 - الكبل

تتصل كل وحدة من أجهزة الحاسوب الشخصي مع الكبل الرئيس عن طريق لوحات الكترونية خاصة تشتمل على وحدات إرسال واستقبال الرسائل والمعلومات، وتتبادلها مع الأجهزة الأخرى على الشبكة. يصنع الكبل الرئيس بأشكال وأنواع مختلفة، منها الأسلاك العادية أو الكبل المحوري أو كبل الألياف الضوئية. أما وحدة الحاسوب الخادم فتستخدم لضبط المهام الخاصة بالشبكة مثل: تقسيم الأعمال واستخدام المصادر المشتركة كالملفات والمعلومات الأساسية. بينها تقوم وحدة الخزن الدائمة بخزن البرامج والملفات والمعلومات الأساسية للمستخدمين مثل: أنظمة التشغيل، وأنظمة قواعد البيانات وتشغيل الشبكة وغيرها.

وبالإضافة إلى ذلك فيمكن أن يربط على الشبكة أجهزة حاسوب تسمى محطة عمل (Workstation) لها قدرة كبيرة على معالجة البيانات، أو شاشات عادية يمكنها الاتصال بالبيانات في وحدة المعالجة المركزية، وكذلك التعامل مع البرمجيات الأساسية المخزونة في وحدة الحاسوب المركزي.

التشاط ٦ - ٧

اكتب تقريراً عن خصائص محطة العمل.



- ١ اشرح مع الرسم نظام بود الإشارات التلغراف. وبين كيف تم تطبيق ذلك النظام على الأحرف والأرقام.
 - ۲ باستخدام الشيفرة العالمية رقم(۲) اكتب تشكيلة الرقم (۳٦) وتشكيلة الكلمة (Yes).
 - ٣ وضح مستعيناً بالرسم إشارة التيار المزدوج في التلغراف، واذكر مميزات هذا النوع من الإشارات.
 - ٤ احسب الزمن اللازم لإرسال حرف واحد إذا كانت سرعة التلغراف هي (٨٠) بود.
 - اشرح مستعيناً بالمخطط الصندوقي للمبرقة، عمل كل وحدة فيها ومكوناتها.
- اشرح مع الرسم طريقة الدارات المزدوجة لربط المبرقات، وبين بهاذا تمتاز هذه الطريقة عن الطرق الأخرى.
- ٧ ارسم مخططاً صندوقياً لجهاز تلكس الكتروني، واشرح عمل وتركيب كل من لوحة المفاتيح، والمبرقة المستقبلة.
 - اشرح مبدأ عمل جهاز الناسوخ، وارسم مخططاً صندوقياً يبين الوحدات التي يتركب منها الجهاز.
 - ٩ في جهاز الناسوخ، اشرح مبدأ عمل كل من : وحدة الماسح، المضمّن ، الطابعة الحرارية.
 - ١٠ اذكر تصنيف الاتحاد الدولي للاتصالات لأجهزة الناسوخ.
 - ۱۱ هل يمكن لجهاز الناسوخ (G3) أن يعمل مع جهاز آخر G1 أو G2 ؟.
 - ١٢ ما المقصود بشبكة نقل البيانات؟.
 - ١٣ عدد طرق ربط أجهزة الحاسوب في شبكة نقل البيانات، واشرح مع الرسم إحدى هذه الطرق.
 - ١٤ اذكر أنواع شبكات نقل البيانات.
 - ١٥ تحدث مع الرسم عن الشبكة النجمية لنقل البيانات موضحاً ميزاتها وعيوبها.
 - ١٦ اعمل مقارنة بين الأشكال المختلفة لشبكات نقل البيانات.
 - ١٧ ارسم الشبكة غير الهيكلية لنقل البيانات، واذكر أهم ميزة لها.
- ۱۸ كم عدد خانات تمثيل الحرف أو الرقم في نظام الشيفرة الأميركية ؟ باستخدام جدول هذه الشيفرة اكتب تشكيلة الكلمة (NO).
 - ١٩ أين تقع نبضة الفحص في تشكيلة الحرف ؟ ولماذا تستخدم هذه النبضة؟.
 - · ٢ اشرح التعديل الذي طرأ على نظام الشيفرة الأميركية.
 - ٢١ ما المقصود بمقاسم الحُزم؟ ارسم مخططاً صندوقياً لمقسم الحُزم، واشرح باختصار عمل وحداته المختلفة.
 - ٢٢ اذكر فوائد شبكة البيانات المحلية، وما هي مكوناتها الرئيسة؟.
 - ٢٢ احتر الإجابة الصحيحة في كل فقرة من الفقرات الآتية:
 - أ عدد التشكيلات الممكنة في نظام البود هو:
 - (1) 77 (7) 77
 - ب تقاس سرعة التلغراف:
 - (١) بمعكوس الفترة الزمنية للنبضة.
 - (٢) بعدد الأحرف أو الأرقام التي يمكن إرسالها في الثانية.
 - (٣) بعدد الكلمات التي يمكن إرسالها في الدقيقة.
 - (٤) جميع ما ذكر.

جـ - التلكس:

- (١) هو مقسم البرقيات.
- (٢) الحديث يعمل باستخدام الحاسوب بدلاً عن القديم الكهرميكانيكي.
 - (٣) يوفر إمكانية الاتصال بين المشتركين في التلغراف.
 - (٤) كل ما ذكر.
 - د الناسوخ هو جهاز:
 - (١) لنقل الصورة واستقبالها عبر شبكات الهاتف.
 - (٢) لنقل الصورة والصوت عبر شبكات الهاتف.
 - (٣) كل ما ذكر .
 - ه تناسب حرارة رأس الطباعة في جهاز الناسوخ مع:
 - (١) الإشارة الكهربائية المعبرة عن الصورة.
 - (٢) نوع الورق المستخدم للطباعة.
 - (٣) بعد موقع الجهاز المرسل عن الجهاز المستقبل.
 - و ظهور خط متقطع على الورقة يعني:

(۱) اكتهال استلام الرسالة. (۲) بداية استلام الرسالة. (۳) الرسالة لم تستلم.

- ز ترسل المجموعة الثانية (G2) من النواسيخ الوثائق من حجم (A4) في:
 - (١) ثلاث دقائق بتضمين اتساع.
 - (٢) ثلاث دقائق بتضمين نبضي.
 - (٣) ثلاث دقائق بتضمين رقمي.
 - ح ترسل المجموعة الثالثة (G3) الوثائق من حجم (A4) في:
 - (١) دقيقة واحدة بتضمين رقمي.
 - (٢) ثلاث دقائق بتضمين رقمي .
 - (٣) خمس دقائق بتضمين رقمي.
 - ط في الشبكة الحلقية لنقل البيانات:
 - (١) إذا تعطلت إحدى دارات الربط تعطلت باقى الدارات.
 - (٢) تكون الكلفة عالية إذا كانت المنطقة الجغرافية واسعة.
 - (٣) تصل سرعة الإرسال أكبر من (١٠٠) ميجابت / ثانية.
 - ى الشبكة الشجرية لنقل البيانات:
 - (١) تستخدم في إنشاء الشبكات الوطنية الواسعة أو شبكات المدن.
 - (٢) يمكن توسيعها لتعطى مساحات أكبر.
 - (٣) تستخدم أجهزة تركيز.
 - (٤) جميع ما ذكر.

الاتصالات المحملة

الوحدة السابعة

ما المقصود بالاتصالات المحمّلة؟ كيف تتم عملية ربط الأماكن البعيدة؟

إن الاتصالات المحمّلة هي الموسائل المتاحة لربط الأماكن البعيدة ببعضها سواءً أكانت هذه الموسائل سلكية، كما هو الحال في الكبول المحورية والألياف الضوئية أم لاسلكية كما في أنظمة الميكروويف والأقهار الصناعية.

ويتوقع منك بعد دراسة هذه الوحدة أن تكون قادرة على أن :

١- تفسّر مبدأ عمل شبكات الاتصالات المحمّلة.

٢- تشرح الأنظمة الميكرووية.

٣- تتعرف الاتصالات الفضائية.

٤- تتعرف الاستقبال التلفازي عبر الأقهار الصناعية.

٥ - تتعرف هواتف السيارات.

كيف تصنف شبكات الاتصالات المحمّلة؟

تربط شبكات الاتصالات المحملة المناطق البعيدة والمدن في البلد الواحد أو الدول المجاورة أو البعيدة ببعضها على المستوى الاقليمي والدولي.

وتكون غالباً تلك الشبكات مزيجاً من تقنيات مختلفة كالشبكات السلكية متعددة الأزواج؛ كبول محورية أو كبول ألياف ضوئية أو أنظمة ميكروويف وأقهار صناعية تغطي مناطق شاسعة تمكن حتى البلد الواحد من استخدام القمر الصناعي لتغطية مناطق نائيه من حدوده الجغرافية.

تستخدم شبكات الاتصالات المحملة لتغطية مسافات مختلفة وتبدأ من مسافة قصيرة (بضعة كيلومترات) كما هو الحال عند ربط تابع الكتروني مركب في قرية أو تجمع سكني مع المقسم الرئيس الموجود في المدينة المجاورة، و إلى مسافة قد تصل إلى (٧٢٠٠٠) كم، كما هو الحال عند الربط بالأقمار الصناعية.

لقد تطورت شبكات الاتصالات المحملة على مر السنين، وبشكل عام يمكن تصنيف هذه الشبكات إلى شبكات تمثيلية وشبكات رقمية.

في الشبكات التمثيلية يرسل باستمرار نطاق محدد من ترددات الإشارة الصوتية (مثلاً النطاق ٣٠٠-٣٤٠ هيرتز) ويكون تغير التيار في السلك الذي يصل الهاتف مشابهاً تماماً تغير الصوت الذي تسمعه الأذن البشرية، وبذلك نجد أنه لا يتم أي تغيير على الإشارة الصوتية باستثناء عمليات التضمين الضرورية لغايات النقل.

أما في الشبكات الرقمية فتؤخذ عينات من الإشارة وترسل إلى الطرف الآخر الذي يسترجع الإشارة الأصلية باستخدام العينات المرسلة منها. وبذلك نجد أنه قد حدث تغير كامل للإشارة الصوتية المرسلة، وهذا ما درسته سابقاً. توجد ميزات كثيرة للشبكات الرقمية، وقد أصبحت هي الطريقة المعتمدة في الوقت الحاضر على النطاق العالمي، وبدأت تحل تدريجياً على الشبكات التمثيلية.

مقارنة بين الشبكات التمثيلية والرقمية

عتاز الشبكات الرقمية عن الشبكات التمثيلية بها يأتي:

أ - إمكانية إعادة توليد الإشارة الرقمية عند كل محطة بعيدة، وهكذا فإن كفاءة الاتصال لا تعتمد على طول المسافة.

ب- قلة تأثر قنوات الاتصال العاملة في الأنظمة الرقمية بالتشويش والتداخل.

- ج إنتاج أجهزة صغيرة الحجم مما يسهل عمليات التركيب والنقل، نظراً لاستخدام الدارات الإلكترونية الرقمية، وما يترتب على ذلك من تقليل الكلفة.
- د إمكانية نقل وحفظ المعلومات بطريقة أفضل وأسرع، وهذا لم يكن متاحاً في الأنظمة التمثيلية، وكذلك سهولة الربط مع أجهزة الحاسوب والوحدات الطرفية.

وستدرس لاحقاً بعض شبكات الاتصالات المحمّلة.

الأنظمة الميكرووية (Microwave Systems)

تستخدم أنظمة الاتصالات الميكرووية الموجات الراديوية التي تنتشر في خطوط مستقيمة في طبقة التروبوسفير القريبة من سطح الأرض. وتسمى هذه الأنظمة أحياناً باتصالات خط الرؤية، وذلك لاعتبادها على وجود خط رؤية بين هوائي المحطة المرسلة وهوائي المحطة المستقبلة كما في الشكل (٧-١).

وإذا لم يتوافر خط رؤية بين محطتين، فإنه يستخدم محطة ثالثة لتقوية الإشارة تسمى محطة معيدة لتحقيق خط الرؤية بين المحطتين كها هو مصوضح في الشكل(٧-٢)، وقد تتساءل ألا تتعرض الموجات الميكرووية إلى مؤشرات خارجة؟

مما لا شك فيه أن العوامل الجوية كالمطر والثلج وبخار الماء وغاز الأكسجين تشتت أو

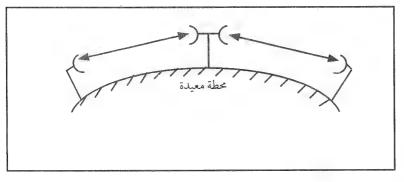
عطة مستقبلة وسلة

الشكل (٧-١): اتصال خط الرؤية

تمتص جزءاً من طاقة الموجة الميكرووية. كما تتعرض هذه الأنظمة إلى التداخل والتشويش من أنظمة الاتصالات الأخرى وأحياناً من الأنظمة الرادارية، وقد تتعرض أيضاً إلى التنصت عليها.

وقد يخطر ببالك أن تسأل: هل تمتاز الاتصالات الميكرووية عن الاتصالات بالكبول المحورية؟.

إن الكبول المحورية تحتاج إلى الأعمال المدنية المكلفة بالإضافة إلى معيدات بث بنسبة كبيرة. أما الاتصالات الميكرووية فتستخدم عدداً أقل من محطات التقوية، وبذلك تكون كلفتها أقل.



الشكل (٧-٢): اتصال ميكروي بوساطة محطة معيدة

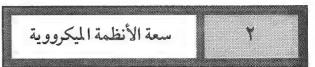
الحزم الترددية المستخدمة في الاتصالات الميكرووية

يمكن اعتبار النطاق الترددي من (١-٠٠٠) جيجاهيرتز نطاق الموجات الميكرووية، ولكن هل هذا النطاق يستخدم بكاملة لأغراض الاتصالات؟ لقد حدد الاتحاد الدولي للاتصالات حزماً معينة ضمن هذا النطاق لأغراض الاتصالات، ويوضح الجدول (٧-١) بعض هذه الحزم المستخدمة.

تستخدم هذه الأنظمة بكثرة لربط المقاسم المختلفة ببعضها، خاصة تلك المقاسم التي تقع في المدن البعيدة، فمثلاً توجد شبكات ميكرووية عدة عاملة في الأردن تربط مدن المملكة ببعضها، بالإضافة إلى الربط الإقليمي مع الدول المجاورة. وفي أحيان أخرى تستخدم هذه الأنظمة لنقل الإشارات التلفازية لربط ستوديوهات التلفاز مع محطات الإرسال البعيدة.

الجدول (٧-١): بعض الحزم المستخدمة لأغراض الاتصالات الميكرووية

| مة الرقمية | الس | التمثيلية | السعة | النطاق الترددي (GHz) |
|-----------------|--------|----------------|-------|----------------------|
| ٩٦٠ قناة هاتفية | -17. | ٩٠ قناة هاتفية | 1 17. | Y, W - 1, 9 |
| قناة هاتفية | 197. | قناة هاتفية | 44 | V;11-7,88 |
| ٩٦ قناة هاتفية | ٠- ٤٨٠ | قناة هاتفية | ١٨٠٠ | 11, ٧-1*, ٧ |
| قناة هاتفية | 97. | قناة هاتفية | 970 | 14, 80 - 17, V |
| | | | | |



تختلف سعات أجهزة الاتصالات الميكرووية تبعاً لطبيعة الاستخدام، وبشكل عام فإن أنظمة الميكروويف تقسم إلى :

- أنظمة السعات المنخفضة.
 - أنظمة السعات التوسطة.
 - أنظمة السعات العالية.

وقد تسأل: بهاذا تقاس سعة أنظمة الميكروويف؟.

تقاس السعة في الأنظمة التمثيلية بعدد القنوات الهاتفية التي يمكن إرسالها، أما في الأنظمة الرقمية فتقاس السعة بسرعة النبضات المرسلة، أي بالميجابت/ الثانية.

ففي أنظمة السعات المنخفضة لا يزيد عد القنوات الهاتفية عن (١٢٠) قناة هاتفية، وفي أنظمة السعات المتوسطة يتراوح هدد القنوات الهاتفية ما بين(٢٤٠-٩٦٠) قناة الجدول (٧-٢): سعات الأنظمة الرقمية

| السية | سرعة إرسال النبضة | التصنيف |
|----------------------|--------------------|--------------------|
| ۲، ۶، ۸ میجابت | ۰ - ۱۰ میجابت | أنظمة منخفضة السعة |
| ۷۰،۳٤،۱۷ میجابت | ۱۰۰-۱۰ میجابت | أنظمة متوسطة السعة |
| ۱۰۵، ۱۶۰، ۱۰۵ میجابت | ۱۰۰ میجابت فها فوق | أنظمة عالية السعة |
| | | |

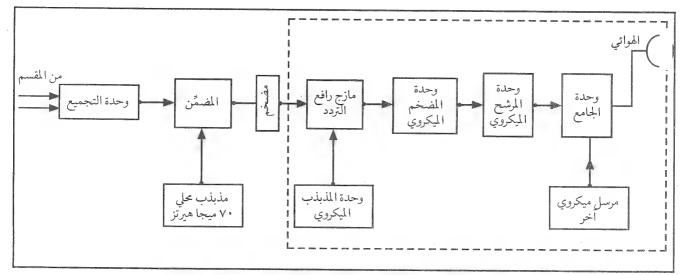
| | عدد القنوات الهاتفية ما بين (٢٤٠-٩٦٠) قناة |
|---------------|--|
| | هاتفية . أما في أنظمة السعات العالية فإن عدد |
| | القنوات الهاتفية يتراوح ما بين (١٢٠٠ - ٢٧٠) |
| Water Company | قناة هاتفية. ويوضح الجدول (٧-٢) السعات |
| | الهاتفية الشائعة الاستخدام في الأنظمة الرقمية. |

المخطط الصندوقي لنظام ميكروي

ما مكونات النظام الميكروي؟

يتكون النظام الميكروي من محطة إرسال ومحطة استقبال، يوجد بينها خط رؤية مباشر، وفي حالة عدم توافر خط رؤية مباشر تستخدم محطة تقوية معيدة. ويوضح الشكل (٧-٣) المخطط الصندوقي لجهاز إرسال ميكروي.

كيف يرتبط جهاز الهاتف بالنظام الميكروي؟

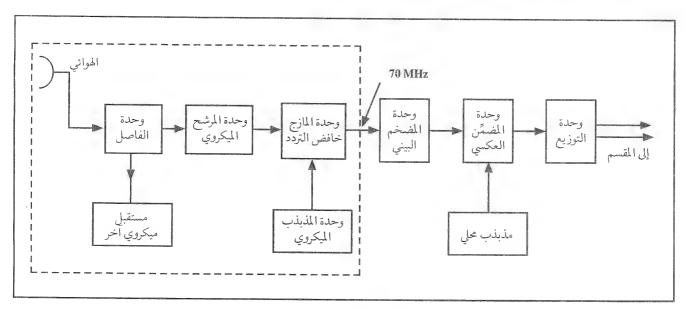


الشكل (٧-٣): مخطط صندوقي لجهاز إرسال ميكروي

ترتبط أجهزة الهاتف بالمقسم العام الذي يرتبط بوحدة التجميع التي درستها سابقاً. يتم تجميع عدد من القنوات الهاتفية إما تجميعاً ترددياً أو زمنياً لتكوين المجموعتين الأولية والثانوية. أما وحدة المضمّن فإنها تضمّن الإشارة الخارجة من وحدة التجميع تضميناً ترددياً على حامل بتردد (٧٠) ميجاهيرتز في حالة الأنظمة التمثيلية، وتسمى الإشارة الحاملة إشارة التردد البيني. أما وحدة المازج والمذبذب فترفع تردد إشارة الحامل البيني إلى التردد الميكروي المطلوب. تضخم الإشارة بعد ذلك بالمضخم الميكروي، ثم تمرر إلى المرشح ومن ثم إلى الجامع، حيث يمكن إرسال أكثر من إشارة ميكرووية بوساطة الموائي نفسه. ويوضح الشكل (٧-٤) المخطط الصندوقي لجهاز الاستقبال الميكروي.

ما الوظيفة الرئيسية لجهاز الاستقبال الميكروي؟.

إن الوظيفة الرئيسة لجهاز الاستقبال الميكروي هي تحويل الإشارة الميكرووية إلى الإشارة المناسبة لوحدة التوزيع، وبالتالي إيصال الإشارة من المقسم إلى أجهزة هواتف المشتركين.



الشكل (٧-٤): مخطط صندوقي لنظام استقبال ميكروي

يلتقط الهوائي الإشارات الميكرووية، ويمررها إلى وحدة الفاصل الذي يزود المستقبلات الميكرووية بالإشارة المناسبة. يمرر المرشح الميكروي نطاق التردد المناسب إلى وحدة المازج الذي يستخدم إشارة المذبذب الميكروي لتوليد إشارة التردد البيني الحامل (٧٠) ميجاهيرتز. أما وحدة المضخم البيني فتضخم الإشارة البينية إلى المستوى المناسب لعمل المضمن العكسي. ويمكننا الآن أن نسأل: كيف يمكن التحكم بمستوى الإشارة الداخلة للمضمن العكسي؟.

يتضمن المضخم البيني مسوّيات (Equalizers) ودارات تحكم بالكسب للمضخات، وبالتالي تكون الإشارة النهائية في الخرج ثابتة عند مستوى معين.

يكشف المضمّن العكسي الإشارة المحمولة الرئيسة عن الإشارة الحاملة التي تتكون من المجموعتين الأولية والثانوية. أما وحدة التوزيع فتفصل القنوات الهاتفية عن بعضها. وبالتالي تمرير الإشارة المناسبة إلى أجهزة الهاتف المرتبطة بالمقسم العام.

وقد تتساءل : كيف نضمن استمرارية الاتصالات في الظروف كافة؟

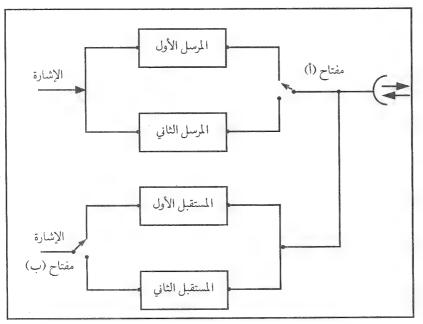
بها أن الاتصالات الميكرووية ذات حساسية خاصة للأحوال الجوية، ونظراً لاحتمالية تعطل بعض الأجزاء والمكونات في تلك النظم، فلل بلد من اتخاذ بعض الاحتياطات في تصميم أنظمة الميكروويف، كوجود أجهزة مرسلة ومستقبلة احتياطية، كها هو موضح في الشكل (٧-٥).

إذا تعطل المرسل الأول فيمكن تشغيل المرسل الثاني باستخدام المفتاح(أ)، وكذلك إذا تعطل المستقبل الأول فيمكن تشغيل المستقبل الثاني بوساطة المفتاح (ب).

وكذلك لا يقتصر الأمر على هذه

الشكل (٧-٥): أجهزة مرسلة ومستقبلة احتياطية

الاحتياطات، فلا بد من توفير احتياطات للتغذية الكهربائية التي تعمل تلقائياً عند تعطل التغذية الرئيسة. وأيضاً لابد من توفير الموقود لفترات طويلة، واختيار مواقع المحطات التي تتوافر لها سهولة المواصلات والطرقات التي لا تنغمر بأمطار الفيضانات والثلوج.



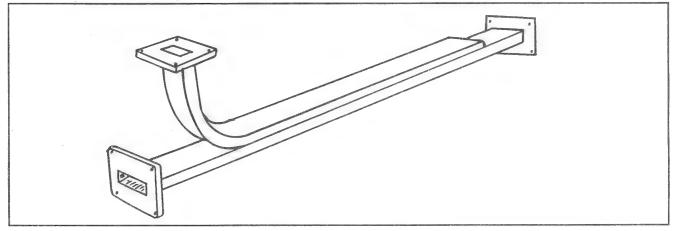
المكونات الرئيسة للأنظمة الميكرووية

لاذا لا تستخدم الكبول المحورية لنقل الموجات الميكرووية ؟

يقصد بالمكونات الرئيسة لوسائل نقل الموجات الميكرووية دلائل الموجة، والوصلات التي تربط الوحدات في الأنظمة الميكرووية، حيث لا تستخدم الكبول المحورية لهذا الغرض، لأنها تسبب توهيناً عالياً للموجات. وبها أنك درست دلائل الموجة سابقاً فسنشرح المكونات الأخرى لوسائل نقل الموجات الميكرووية كها يأتي:

(Directional Coupler) الرابط الاتجامي – الرابط الاتجامي

إن أهم استخدامات الرابط الاتجاهي هي أخذ عينة لقياس مستوى الإشارة الميكرووية دون التأثير في تلك الإشارة، وذلك لحساب القدرة المرسلة على سبيل المثال. ويوضح الشكل (٧-٦) الرابط الاتجاهي.

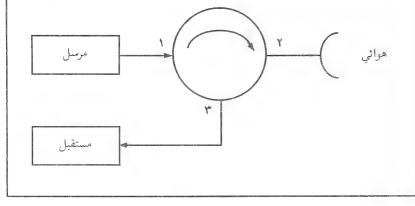


الشكل (٧-٦): الرابط الاتجاهي

ب - المدوِّر (Circulator)

يستخدم غالباً هوائي واحد في أنظمة الميكروويف للإرسال والاستقبال معال. ويتطلب ذلك حماية أجهزة الاستقبال الحساسة في أثناء الإرسال الذي يكون بقدرات عالية. ويستخدم المدوِّر لهذا الغروض. يصوضح الشكل (٧-٧) المدوِّر، حيث يسمح للإشارة بالمرور في اتجاه دون الاتجاه الآخر حسب إشارة السهم، وبذلك نجد أن إشارة المرسل تذهب إلى الهوائي فقط، بينها الإشارة التي يستقبلها الهوائي

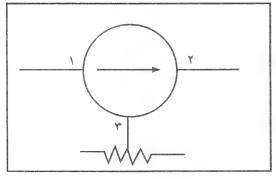
تذهب إلى جهاز الاستقبال فقط.



الشكل (٧-٧): المدوِّر

ج - العازل (Isolator)

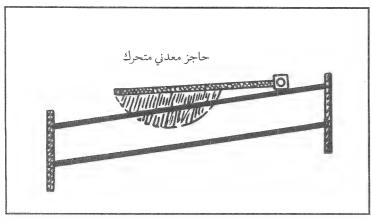
يسمح العازل للإشارات الميكرووية بالمرور في اتجاه معين، بينها لا يسمح لها بالمرور في الاتجاه المعاكس، وبذلك يشبه عمله عمل الثنائي. يـوضح الشكل $(V-\Lambda)$ العازل، حيث يتضح أن العازل المستخدم هـو مدوّر يتم وصل مخرجه بحمل مناسب، وأن الإشارة تنقل فقط من (1) إلى (1).



الشكل (٧-٨): العازل

د - المهنات (Attenuators)

يتكون الموهن من دليل موجة به فتحة يتحرك داخلها حاجز معدني رقيق يعترض الإشارة الميكرووية، مما يؤدي إلى توهينها. يستخدم الموهن للتحكم في مستوى الإشارة في أنظمة الميكروويف. ويوضح الشكل (٧-٩) تركيب الموهن. ومما يجدر ذكره أنه كلما اقترب الحاجز من القيمة العظمى للمجال الكهربائي ازداد التوهين، وبذلك يمكن التحكم بالقدرة الكهربائية المارة عبر الدليل.



الشكل (٧-٩): الموهن

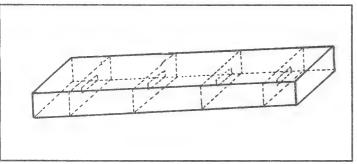
هـ- المرشيح

تصنع المرشحات من دلائل موجة تحتوي على حواجز بها ثقوب، وتوضع بطريقة معينة بحيث تعطي الخصائص الكهربائية التي تمكن من مرور الموجات بترددات معينة دون الموجات الأخرى. يستخدم المرشح في العديدمن التطبيقات، ولا سيا في أنظمة الميكروويف لفصل الإشارات العالية القدرة عن إشارات الاستقبال منخفضة القدرة، وذلك في حالة استخدام هوائي مشترك. ويوضح الشكل (٧-١٠) تركيب المرشح.

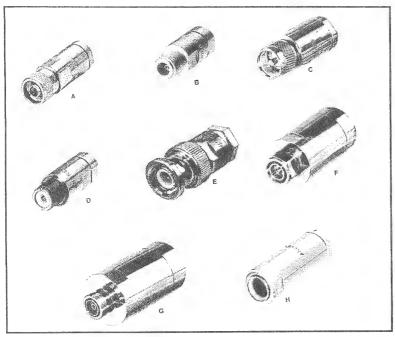
و - الوصلات

تستخدم الوصلات لربط الأجهزة مع الهوائيات، كما تستخدم لربط الكبول المحورية. وتستخدم الوصلات المحورية (Coaxial Connectors) لربط الكبول المحورية مع بعضها، ويوضح الشكل(٧-١١) بعض أشكال هذه الوصلات.

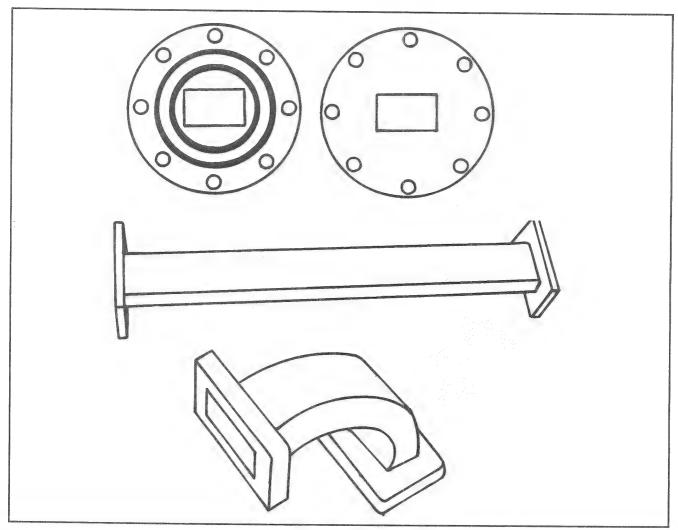
أما دلائل الموجة فتربط مع بعضها بإحكام بوساطة البراغي والصواميل، كها هو موضح في الشكل (٧-١٢). ومما يجب ذكره أن معظم دلائل الموجة تكون مضغوطة بالهواء الجاف لمنع دخول الرطوبة إليها.



الشكل (٧-١٠): المرشح



الشكل (٧-١١): بعض أشكال الوصلات المحورية



الشكل (٧-١٢): وصلات دلائل الموجة

(Space Communications) الاتصالات الفضائية

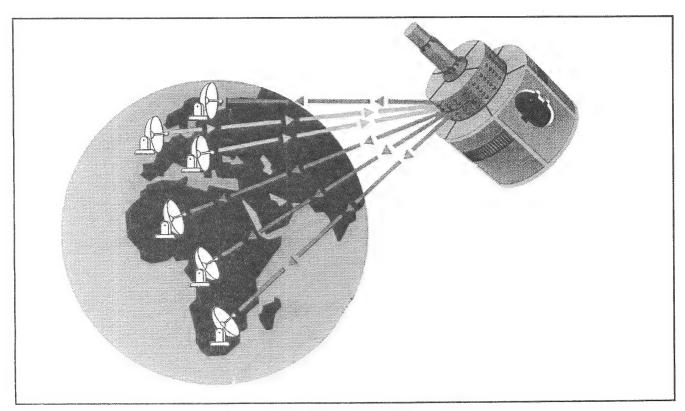
متى بدأت الاتصالات بوساطة الأقهار الصناعية (السواتل)؟

يطلق مصطلح الاتصالات الفضائية على الاتصالات بين محطة أرضية وقمر صناعي (ساتل) أو بين قمر صناعي وقمر صناعي وقمر صناعي آخر. لقد بدأ الاستخدام الواسع للأقهار الصناعية في الاتصالات منذ منتصف الستينات، وما تزال هذه التقنية في تقدم مستمر.

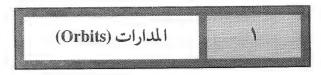
لقد تأسست منظمة الانتلسات الدولية للقيام بتنظيم وتنسيق استخدام الأقهار الصناعية لأغراض الاتصالات. وقد أطلقت المنظمة خلال عام(١٩٦٥)م أول جيل من الأقهار بسعة (٢٤٠) قناة هاتفية، وتبع ذلك إطلاق أجيال عدة من الأقهار الصناعية التي تكوّن شبكة تغطي معظم الكرة الأرضية، ويصل عدد القنوات الهاتفية إلى(٨٠) ألف قناة هاتفية في الجيل السادس من أقهار انتلسات.

لقد تأسست أيضاً منظمة عربية تعني بالاتصالات بين الدول العربية عبر الأقهار الصناعية تسمى المنظمة العربية

للاتصالات الفضائية (عربسات). وقد تم إطلاق أول الأقهار الصناعية العربية عام (١٩٨٥)م وتم بناء العديد من المحطات الأرضية في معظم الدول العربية للتعامل مع هذه الأقهار، ومثال ذلك المحطة الأرضية في البقعة حيث تتعامل هذه المحطة مع شبكة الأقهار التابعة لمنظمة انتلسات وعربسات. ويوضح الشكل (٧-١٣) صورة أحد الأقهار الصناعية الحديثة للاتصالات.



الشكل (٧-١٣): صورة للقمر الصناعي



يعرّف المدار بأنه ذلك المسار الذي يتبعه القمر الصناعي في أثناء دورانه حول الأرض. وتقسم المدارات تبعاً للزمن الذي يستغرقه القمر في الدوران حول الكرة الأرضية إلى مدارات متزامنة وأخرى غير متزامنة.

أ - المدارات المتزامنة

إذا كان زمن المدار يساوي (٢٤) ساعة، فإن القمر يدور في مدار شبه دائري، ويكون ارتفاع القمر عن سطح الأرض عند خط الاستواء (٣٦٠٠٠) كم تقريباً. ويسمى هذا المدار المتزامن؛ لأن سرعة دوران القمر تساوي سرعة دوران الأرض حول محورها. ولهذا السبب يظهر القمر وكأنه ثابت بالنسبة للأرض. وبذلك يسمى أحياناً المدار المتزامن (Synchronous Orbit).

وربها تسأل: أين يقع مدار القمر الصناعي؟

يدور القمر في مداره موازياً لخط الاستواء؛ أي فوق خط الاستواء، وبذلك نجده يبقى ثابتاً فوق خط طول معين. ومما

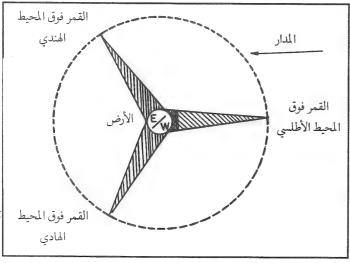
تجدر الإشارة إليه أنه يلزم إطلاق ثلاثة أقهار صناعية توضع فوق خطوط معينة لتغطية الكرة الأرضية. ويسوضح الشكل (٧-١٤) المدار المتزامن للقمر الصناعي.

ب - المدارات البيضاوية غير المتزامنة (Elliptical Orbits)

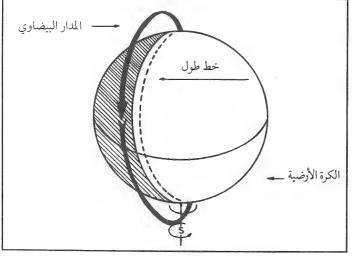
إن زمن الدوران في المدارات البيضاوية أقل من (٢٤) ساعة، ويتراوح ارتفاع القمر من (٣٠٠- ١٠٠٠) كم.

يدور القمر عمودياً على خط الاستواء في مدار ثابت، ونظراً لدوان الأرض، فإن كل جزء من سطح الكرة الأرضية سيكون في مجال الرؤية لهذا القمر، وبذلك تتغطى أيضاً منطقة الأقطاب. إن إحدى سيئات هذه المدارات أن القمر يغيب عن منطقة الخدمة الهاتفية التي يغطيها، ولذلك لابد من توفر أكثر من قمر للتغطية الشاملة لمنطقة الخدمة الهاتفية المطله بة.

توجد سلسلة أقهار أميركية تسمى (NOAA)، وسلسلة أقهار روسية تسمى (MOLNIYA) تدور في مدارات بيضاوية. ويوضح الشكل (٧-١٥) المدار البيضاوي للقمر الصناعي.



الشكل (٧-١٤): المدار المتزامن للقمر الصناعي



الشكل (٧-١٥): المدار البيضاوي للقمر الصناعي

الترددات المستخدمة في الاتصالات الفضائية

لقد خصص الاتحاد الدولي للاتصالات نطاق التردد (٩٢٥ر٥-٥٢٥ر٦) جيج اهيرتز للإرسال من المحطات الأرضية إلى القمر المتزامن، بينها خصص نطاق التردد (٧ر٣-٢ر٤) جيج اهيرتز للإرسال من القمر إلى المحطة الأرضية. ويبلغ عرض النطاق المخصص (٥٠٠) ميجاهيرتز، وقد قسم النطاق إلى(١٢) شريحة بعرض (٤٠) ميجاهيرتز لكل شريحة، التي تسمى قناة قمرية (٢١٥)، ويمكن للشريحة الواحدة أن تربط محطات أرضية عدة باستخدام تقنيات الإرسال المتعدد.

لقد تم تخصيص ترددات جديدة لتلبية الاحتياجات المتزايدة لاستخدام أقهار جديدة، فمثلاً استخدم النطاق (١٤ - ٥ ر ١٤) جيجاهيرتز للاستقبال من القمر القمر القمر القمور النطاق (١٥ ر ١٠ - ١ ، ١١) جيجاهيرتز للاستقبال من القمر الصناعي. وكذلك النطاق (٩٥ ر ١ - ٢ ر ١١) جيجاهيرتز، وبالتالي أمكن زيادة عدد القنوات الهاتفية إلى ما يقرب من (٨٠) ألف قناة هاتفية، كما هو الحال في الجيل السادس من أقهار انتلسات.

أما قمر عربسات، فإنه يستخدم الترددات (٦) جيجاهيرتز للإرسال و(٤) جيجاهيرتز للاستقبال، حيث أمكن

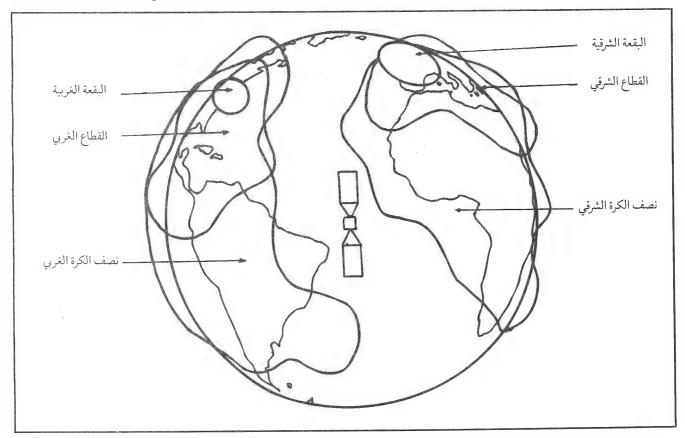
تأمين (٠٠٠) قناة هاتفية لغايات الربط بين الدول العربية، وكذلك توجد إمكانية لاستخدام (٦) قنوات تلفازية إحداها قناة تلفازية تعليمية (٤٥ر٢-٦٢, ٢) جيجاهير تزيمكن التقاطها بوساطة هوائيات صغيرة الحجم منخفضة التكلفة.

مناطق الخدمة وتوزيع الإشعاعات

توجد ثلاث مناطق للخدمة الهاتفية عبر شبكة إنتلسات العالمية، وذلك لوجود ثلاثة أقهار صناعية فوق كل من المحيط الأطلسي والمحيط الهندي والمحيط الهادي. تقدم هذه الشبكة الخدمة الهاتفية والتلفازية لدول العالم كافة، حيث يوجد العديد من المحطات الأرضية المصمَّمة للتعامل مع الشبكة العالمية. يوجد في الأردن محطة أرضية تتعامل مع القمر الصناعي فوق المحيط الأطلسي، ومحطة أرضية أخرى تتعامل مع عربسات.

إن الجيل الخامس من الشبكة العالمية لإنتلسات لـه شعاع يغطي ثلث الكرة الأرضية، ويعمل على الترددين (٦/٤) جيجا هيرتز. كما يسوجد شعاع يغطي نصف الكرة الشرقي، وشعاع يغطي نصف الكرة الغربي تقريباً، كما هـو موضح في الشكل (٧-١٦).

ومما تجب ملاحظته من الشكل أنه يوجد أيضاً شعاعان يغطيان جزءاً أو منطقة من نصف الكرة الشرقي يسمى القطاع الشرقي، وجزءاً من نصف الكرة الغربي يسمى القطاع الغربي، وشعاعان آخران يغطيان مساحة صغيرة تسمى البقعة الشرقية والبقعة الغربية. إن الأشعة المذكورة أعلاه تعمل على الترددين(٦/٤) جيجاهيرتز لتغطية منطقتي الغرب والشرق من الكرة



الشكل (٧-١٦): مناطق توزيع الخدمة لقمر صناعي من الجيل الخامس لإنتلسات

الأرضية، أما الأشعة التي تغطي النقطة فهي تعمل على الترددين(١١/١٤) جيجاهيرتز. وربها تتساءل: كيف يمكن التحكم بده التغطية المختلفة للمناطق؟إن استعمال أكثر من هوائي على القمر الواحد، وكذلك طريقة التحكم في نمط إشعاع واستقطاب كل هوائي، يمكننا من تغطية المناطق دون أن تتداخل.

قضية للمناقشة

ناقش استخدام الأقرار الصناعية في مجالات غير مجالات الاتصالات.

مقارنة بين الاتصالات بالكبول والأقمار الصناعية

استخدمت في الخمسينات الكبول وخاصة البحرية منها لأغراض الاتصالات البعيدة، ولكن بدخول الأقهار الصناعية في مجال خدمة الاتصالات، فقد أصبحت هي الوسيلة الرئيسة للاتصالات البعيدة، وذلك للأسباب الآتية :

- أ الكبول تكون مناسبة لتقديم خدمة من نقطة لنقطة، بينها الأقهار الصناعية مناسبة لإعطاء خدمة من نقطة إلى نقاط عدة (Point- to Multi Point).
 - ب تزيد تكلفة الكبول بازدياد المسافة، بينها تكلفة دارات الأقهار الصناعية لا تعتمد على المسافة بين المحطات الأرضية.
 - ج إن إرسال القمر الصناعي يتعدى الحدود الجغرافية، أما الكبول فلا تتعدى الحدود الجغرافية إلا بموافقة الطرف الآخر.
- د يستطيع القمر الصناعي تقديم خدمة اتصالات للمحطات الأرضية المتحركة، بينها لا تستطيع الكبول تقديم مثل هذه الخدمة.

الاستقبال التلفازي البيتي عبر الأقهار الصناعية

رابعاً

لماذا انتشرت خدمة الاستقبال التلفازي البيتي بسرعة؟

إن الامكانات المتاحة في القمر الصناعي لإرسال المعلومات من نقطة إلى نقاط متعددة أدت إلى الاستخدام الواسع للأقهار الصناعية وبخاصة في الإرسال المباشر للبرامج التلفازية، سواء للأغراض المحلية لتغطية الأماكن النائية التي لا تستطيع الاتصالات الأرضية تغطيتها بسهولة وتكلفة معقولة، أم لأغراض توجيه البرامج التلفازية خارج حدود الدول.

تستخدم الأقهار الصناعية المتزامنة للإرسال التلفازي المباشر، وبذلك وفرت وسيلة لمن يملك محطة استقبال تلفازي

مباشر لاستقبال البرامج من الأقهار التلفازية. وحدة الاستقبال الضجيج ومازج الصحني الموائي المؤسسات المعنية بالبرامج التلفازية. وهناك عدد كبير التلفازية. وهناك عدد كبير التلفازية. وهناك عدد كبير التلفازية.

الشكل (٧-٧١): المخطط الصندوقي لمحطة الاستقبال التلفازي المباشر

وقد يـزيد عددهـا في المستقبل، ويمكن مشاهـدة هذه القنوات حسب الـرغبة. ويوضـح الشكل(٧-١٧) المخطط الصندوقي لمحطة الاستقبال التلفازي المباشر.

يكون الهوائي عادة من النوع الصحني المصنوع من شبكة معدنية أو صفائح معدنية، ويتراوح قطره ما بين (٦٠,٠-٢) أمتار تقريباً، ويركب على برج صغير مخصص لهذه الغاية. يمكن توجيه الهوائي إلى القمر الصناعي المناسب إما يدوياً أو آلياً بواسطة محركات خاصة. كما توجد بعض وحدات الاستقبال التي تختار القمر وتوجه الهوائي عن طريق برمجة تلك الوحدات، يلتقط الهوائي الإشارة المرسلة من القمر، ويركزها على البؤرة التي يوجد فيها الدايبول أو البوق والذي بدوره يوصلها بكبل محوري خاص إلى مضخم منخفض الضجيج الذي يُضخم الإشارة إلى المستوى المطلوب ومن ثم تمر الإشارة إلى المازج خافض التردد وبذلك تتحول الإشارة الميكرووية إلى مجال الترددات فوق العالية (٥٥٩ – ١٧٥٠) ميجا هيرتز، ثم تصل تلك الإشارة بوساطة الكبل المحوري إلى وحدة الاستقبال القمري التي تضخم بدورها الإشارة وتحولها إلى تردد جديد يناسب عمل أجهزة التلفاز العادية، وتظهر كأنها محطة إرسال تلفازي محلي. ومما تجدر الإشارة إليه أنه عن طريق وحدة الاستقبال القمري يتم اختيار القناة التلفازية المطلوبة.

إن أعمال تركيب محطة الاستقبال التلفازي لا تحتاج إلى جهد كبير، فإما أن يثبت البرج الصغير على الأرض داخل الحديقة أو على سطح المنزل. ويركب الهوائي والتوصيلات الكهربائية الأخرى اللازمة حسب تعليهات الشركة الصانعة، وبعد التأكد من سلامة التركيب والتوصيلات يتم تشغيل النظام وفحصه.

النشاط ٧ - ١

اكتب تقريراً عن المحطة الفضائية الأردنية.

هواتف السيارات

ما أهمية هواتف السيارات؟

تعد شبكات الهاتف التي درستها سابقاً شبكات ثاتبة، أي أنه لا يمكن الاتصال إلا عبر هاتف متصل بتلك الشبكة. أما هواتف السيارات التي هي من أنظمة الاتصالات الحديثة التي تتطور باستمرار، فإنها تقدم خدمة هاتفية آلية من داخل السيارة عن طريق هاتف مُتنقّل لا يرتبط مباشرة بأسلاك شبكة الهاتف العادية.

ولا بد أن تسأل: كيف يمكن تأمين الاتصال ضمن منطقة معينة؟

إن هاتف السيارة هو جهاز إرسال واستقبال في الوقت نفسه، وغالباً ما تكون قدرة إرساله ضعيفة، ولكن إذا استخدمنا محطة تقوية معيدة (Repeater station) تتكون من جهاز إرسال واستقبال، فإنه يمكن لعدد من الأشخاص الاتصال فيها بينهم بوساطة هذه النظام.

مكونات شبكة هواتف السيارات

يمكن لأي شخصص الاشتراك في خدمة هواتف السيارات إذا كان يقع نطاق عمله ضمن منطقة التغطية لهذه الخدمة، ويوضح الشكل (٧-١٨) مكونات شبكة هواتف السيارات.

يرتبط عدد من المحطات المركزية (المعيدة) الموزعة في مناطق الشبكة المختلفة بخطوط اتصال مع مقسم خاص يسمى مقسم الهواتف اللاسلكية، الذي يرتبط بدوره بالشبكة العامة للهاتف، حتى يتمكن المشتركون في خدمة هواتف السيارات من إجراء مكالمات محلية أو وطنية أو دولية.

فوق العالية، حيث تستخدم النطاق

تعمل الشبكة على نطاق الترددات

(۹۰۰-۸۰۰) میجاهیرتز بشکل واسع، علی

أن هناك أنظمة شبكات أخرى تعمل على ترددات مختلفة. وتتكون الشبكة من المكونات الرئيسة الآتية:



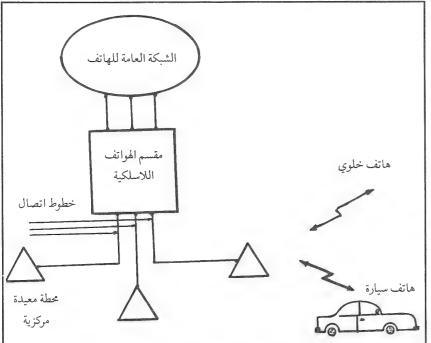
وهذا هـو الجزء الظاهر من الشبكة للمشترك، ويتكون من وحدتي إرسال واستقبال وهوائي للاتصال مع المحطة المركزية؛ تتحكم بشكل كامل بالجهاز المتنقل من حيث استخدام ترددات الإرسال والاستقبال.

ب- المحطة المركزية (Base station)

تقوم المحطة المركزية بتأمين الاتصال اللاسلكي للمشتركين في منطقة الخدمة، وأحياناً تسمى خلية (Cell). ومن هنا جاءت بعض التسميات لشبكة الهاتف الخلوي (Cellular Telephone System) وذلك لأن الشبكة تتكون من عدد من الخلايا، حيث تغطي كل خلية الخدمة الهاتفية لمنطقة جغرافية معينة، ولكل خلية ترددات تختلف عن ترددات الخلايا المجاورة وذلك حسب ترتيب معين تلافياً للتداخل بين الخلايا. وكذلك تربط المحطة المركزية عبر خطوط اتصال معينة المشتركين مع مقسم الهواتف اللاسلكية.

ج - مقسم هواتف السيارات

يرتبط هذا المقسم مع المحطات المركزية كافة، ومع الشبكة العامة، ويؤمن متطلبات الاتصال للمشتركين، طالما وجدوا داخل منطقة الخدمة، ويراقب اتصال المشترك باستمرار بحيث يتم تحويله من نطاق تحكم خلية إلى نطاق تحكم خلية أخرى كلم تطلب الأمر ذلك. ومما تجب ملاحظته أن لكل هاتف سيارة رقم اشتراك يشبه رقم المشترك العادي، وأن مقسم الهواتف اللاسلكية هو المسؤول عن إصدار المطالبات المالية لذلك المشترك.



الشكل (٧-١٨): مكونات شبكة هواتف السيارات

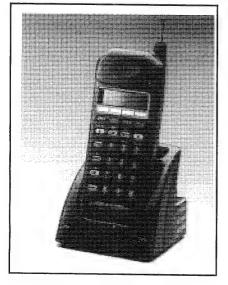
الهواتف الخلوية (Cellular Telephones)

تعد الهواتف الخلوية تطويراً لهواتف السيارات، وهي من أنظمة الاتصالات الحديثة التي تـؤمن إمكانية الاتصالات الهاتفية المتنقلة. يوضح الشكل(٧-١٩) صورة هاتف خلوي حديث.

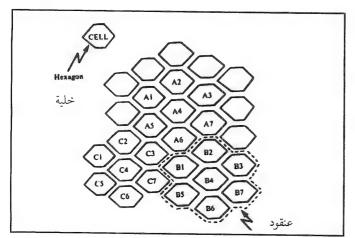
تم في نهاية السبعينات إدخال أول شبكة هاتف متنقلة في الولايات المتحدة الأميركية تستخدم حزمة عرضها (٤٠) ميجاهيرتز في النطاق (٨٠٠-٩٠٠ ميجاهيرتز. وقد بلغت سعة تلك الشبكة (٦٦٦) قناة هاتفية مزدوجة، تغطي منطقة جغرافية صغيرة يتراوح قطرها (١٠-٢٠) كم تسمى خلية (ومن هنا جاءت تسمية الهواتف الخلوية).

ومما يجدر ذكره أنه يمكن زيادة عدد المستخدمين للهواتف الخلوية عن طريق تقسيم المنطقة الجغرافية المراد تغطيتها إلى خلايا متعددة. ترتب الخلايا على شكل عنقود كما هو موضح في الشكل (٧-٢).

وتتكرر العناقيد لتغطي المنطقة الجغرافية بكاملها. توزع القنوات الهاتفية بالتساوي على الخلايا، وبذلك تخصص لكل خلية (٩٩) قناة هاتفية. يعاد استخدام القنوات الهاتفية في الخلايا وعلى سبيل المثال الخلايا (A1,B1,C1) تستخدم القنوات الهاتفية نفسها، وكذلك الخلايا (A2,B2,C2) تستخدم قنوات هاتفية متشابهة ولكن غتلفة عن القنوات السابقة، وهكذا بالنسبة لباقي الخلايا المكونة لعنقود واحد.



الشكل (٧-١): هاتف خلوي



الشكل (٧-٢): ترتيب الخلايا

مكونات شبكة الهواتف الخلوية

تتكون شبكة الهواتف الخلوية من الوحدات المتنقلة والمحطات المعيدة ومقسم التحكم الرئيس الذي يتصل بشبكة الهواتف العامة، كما هو موضح في الشكل (٧-١٨) السابق.

تشبه الوحدة المتنقلة جهاز الهاتف اللاسلكي الذي درسته سابقاً، وأحياناً تضاف إليه شاشة صغيرة، وبطارية قابلة للشحن تمكنه من العمل لساعات طويلة. أما قدرة جهاز الهاتف الخلوي فهي بحدود (٣) واط.

أما المحطة المعيدة فتتكون من جهاز إرسال بقدرة (١٠٠) واط وجهاز استقبال وهوائي مناسب، وهي تخدم خلية

واحدة. ترتبط هذه المحطة المعيدة لاسلكياً مع الوحدة المتنقلة، وسلكياً مع مقسم التحكم الرئيس للهواتف الخلوية الذي يرتبط بشبكة الهواتف العامة لتزويد شبكة الهواتف الخلوية بإمكانية الاتصال بالمشتركين في شبكة الهواتف العامة.

إن شبكة الهواتف الخلوية المذكورة هي شبكة تشابهية، وتستخدم التضمين الترددي بانحراف ترددي قدره (١٢) كيلو هيرتز ، وذلك لقلة تأثر التضمين الترددي بالتشويش (كم درست سابقاً).

تستخدم المحطات المعيدة نطاق الترددات (٥٣ ر٥ ٨٨ - ٨٩ ر١٤٨) ميجاهيرتز لاستقبال إرسال الوحدات المتنقلة، وكذلك نطاق الترددات (٣٠ . ٨٧ - ٩٨ . ٨٨) ميجاهيرتز للإرسال إلى الوحدات المتنقلة.

إن الميزة الأساسية للهواتف الخلوية هي التنقل العشوائي من منطقة تغطية محطة معيدة إلى أخرى، ولذا فقد برزت الحاجة

إلى متابعة موقع الهاتف الخلوي، وكذلك تغيير التردد الذي يعمل عليه ذلك الهاتف، وهذا كله يتم بطريقة تحكم آلية دون انقطاع المكالمة الهاتفية.

إن النظام السابق هو نظام تشابهي، وقد تم تطوير أنظمة عدة تستخدم التضمين الرقمي كنظام GSM

(Global System for Mobile Communications) الأوروبي. لقد اعتمدت الإدارة الأردنية هذا النظام لتغطية مناطق الأردن بخدمات الهاتف الخلوي، وأعطت ترخيصاً لإحدى الشركات المحلية الخاصة لتقديم هذه الخدمة.

يستخدم نظام (GSM) نطاق الترددات (٩٣٥-١٩٠) ميجاهيرتز، والنطاق (٩١٥-٩١٥)



الشكل (٧-٢١): بطاقة ذكية

ميجاهيرتز.

يستخدم نظام GSM البطاقات الذكية (Smart Cards) ، حيث يكون لكل مشترك بطاقته الخاصة به تسمى بطاقة هوية المشترك (Subscriber Identity Module: SIM) . وعند إجراء أي مكالمة، لا بد من وضع البطاقة في جهاز الهاتف الخلوي، وبعدها يمكن للمشترك إجراء المكالمة. وهذه البطاقة تشبه البطاقة الذكية المستخدمة في الخدمات المصرفية. ويوضح الشكل (۲۱-۷) بطاقة ذكية.

النشاط ٧ - ٢

اكتب تقريراً عن الهاتف الخلوي الذي يكثر استخدامه حالياً.



- ١ قارن بين الشبكات التمثيلية والرقمية.
- ٢ ما العمل إذا لم يتوفر خط رؤية بين المحطتين الأرضيّتين؟.
- ٣ كيف يتم قياس سعة الأنظمة الميكرووية التمثيلية، وكذلك الرقمية؟.
 - ٤ اذكر أقسام الأنظمة الميكرووية.
- ٥ باستخدام الإرسال والاستقبال الميكروي، اشرح كيف يتم إرسال قنوات هاتفية واستقبالها.
- ٦ لماذا تستخدم دارات المسوّيات والمحدّدات مع دارات المضمّن العكسي في أجهزة الاستقبال الميكروي؟
 - ٧ اذكر الاحتياطات اللازمة في تصميم الأنظمة الميكرووية لتأمين استمرار الاتصالات.
 - ٨ بين فكرة عمل كل من:

جـ - الرابط الاتجاهي

ب- الموهن

أ – المدوّر

- ٩ ما المقصود بالاتصالات الفضائية ؟.
- ١٠ ما المقصود بالمدار؟ وما أقسام المدارات؟.
- ١١ قارن بين المدار المتزامن والمدار البيضاوي للقمر الصناعي.
- ١٢ ارسم شكلاً يوضح مواقع الأقهار الصناعية الموجودة في مدارات متزامنة لتغطية الكرة الأرضية.
- 1٣ اذكر النطاق الترددي الـذي حدده الاتحاد الدولي للاتصالات في حالتي الإرسال والاستقبال من المحطات الأرضية إلى الأقهار الصناعية وبالعكس.
 - ١٤ كم عدد القنوات الهاتفية المتوافرة للربط بين الدول العربية في القمر الصناعي عربسات؟.
 - ١٥ كم عدد مناطق الخدمة في شبكة إنتلسات العالمية؟ وأين يقع الأردن في هذه الشبكة؟.
 - ١٦ ارسم المخطط الصندوقي لمحطة استقبال تلفازي مباشر من القمر الصناعي، واشرح عمل كل وحدة من وحداتها.
 - ١٧ قارن بين الاتصالات باستخدام الكبول والاتصالات باستخدام الأقهار الصناعية.
 - ١٨ ارسم مخططاً صندوقياً يُبيّن مكونات شبكة هواتف السيارات وأشرح عمل كل وحدة فيه وتركيبها.
 - ١٩ اختر الإجابة الصحيحة لكل فقرة من الفقرات الآتية:
 - أ تتأثر الموجات الميكرووية بعوامل عدة منها:
 - (١) المطر والثلج
 - (٢) بخار الماء والأكسجين
 - (٣) أنظمة الاتصالات الأخرى
 - (٤) جميع ما ذكر.
 - ب يتراوح عدد القنوات الهاتفية في أنظمة السعات المتوسطة:
 - (۱) ۱۲۰ قناة
 - (۲) ۲۰۰ قناة
 - (٣) ٠٠١٠ قناة

- جـ تنقسم الأنظمة الميكرووية من حيث سعتها الهاتفية إلى :
 - (١) ثلاثة أقسام.
 - (٢) أربعة أقسام.
 - (٣) خمسة أقسام.
- د من الاحتياطات اللازمة لاستمرار الاتصالات الميكرووية:
 - (١) توفر مرسل ومستقبل احتياطي.
- (٢) وجود مصدر تغذية يعمل تلقائياً في حالة انقطاع التغذية الرئيسة.
- (٣) اختيار مواقع المحطات بحيث يسهل الوصول إليها، ولا تغمر بالأمطار والثلوج.
 - (٤) جميع ما ذكر.
 - هـ يستخدم قمر عربسات ترددي الإرسال والاستقبال الآتيين:
 - (۱) ٦ جيجاهيرتز ، ٤ جيجا هيرتز
 - (۲) ٥ جيجاهبرتز ، ٦ جيجا هيرتز
 - (٣) ٤ جيجاهبرتز، ٦ جيجاهبرتز
 - و الهوائي الذي تستخدمه محطات الاستقبال التلفازي من القمر الصناعي، هو:
 - (۱) ياغي.
 - (٢) صحني.
 - (٣) دايبول.
 - ز تمتاز طريقة الاتصال باستخدام الأقهار الصناعية عنها باستخدام الكبول:
 - (١) بأنها تعطى خدمة لنقاط عدة في الوقت نفسه.
 - (٢) ثابتة مهم زادت المسافة.
 - (٣) بحرية الحركة في أثناء عملية الاتصال.
 - (٤) جميع ما ذكر.
 - ح تستخدم شبكة هواتف السيارات النطاق الترددي.
 - (۱) ۱۰۰ ۵۰۰ میجاهیرتز
 - (۲) ۵۰۰ ۷۰۰ میجاهیرتز
 - (۳) ۸۰۰ ۹۰۰ میجاهیرتز

قائمة المصطلحات

| Monopole | أحادي القطب |
|------------------------------------|--|
| Call Pickup | أخذ المكالمة في المحالية المحا |
| Polarization | استقطاب |
| Hardware Defects | |
| Telephony | الإرسال الهاتفي |
| Forward | أمامي |
| Selectivity | الانتقائية |
| Frequency Deviation | انحراف ترددي |
| Local Battery | يطارية محلية |
| Time Division Multiplexing | تحميع بتقسيم الزمن |
| Call Transfer | تحويل مكالمة |
| Call Waiting | رين تحدث في اتجاهين |
| Distributed Control | تحکم موزّع |
| Abbreviated Dialing | ترقيم مختص |
| Coding | ترميز |
| Absence Message Record and Display | تسجيل وإظهار رسالة لغائب |
| Modulation | تضمين |
| Pulse Amplitude Modulation | تضمين اتساع النبضة |
| Frequency Modulation | تضمين ترددي |
| Pulse Width Modulation | تضمين عرض النبضة |
| Pulse Position Modulation | تضمين موقع النبضة |
| Hash | تكرارتكرار |
| Analogue | عشلي |
| Quantization | |
| Telegraphy | · · |
| Dipole | ثنائي القطب |
| Dual Tone | ثنائي النغمة |
| Broadcast Receiver | • |
| Low Noise Receiver | |
| Control Character | |
| Packet | |
| Numbering Plan | |
| | • |

| Central Office Line | خط شبكة عامة |
|---------------------------|-------------------------------|
| Step - by - Step | |
| De- emphasis | _ |
| Junction Circuit | - |
| Fidelity | |
| Waveguide | دليل موجة |
| Directional Coupler | _ |
| Backward | |
| Digital | رقمی |
| Even | زوجي |
| Superheterodyne | |
| Common Bus Network | شبكة الخط المشترك |
| Data Transmission Network | |
| Switching Network | شبكة التوصيل |
| Ring Network | |
| Tree Network | شبكة شجرية (هيكلية) |
| Mesh Network | |
| Star Network | شبكة نجمية |
| Noise | فبجيح |
| Thermal Noise | |
| Atmospheric Noise | |
| Man - Made Noise | ضجيج ناتج من الأنشطة الصناعية |
| Isolator | |
| Active/ Standby | |
| Parabolic Reflector | عاكس صحني |
| Random | عشوائي |
| Cradle switch | الغطاس |
| Asynchronous | غير متزامن |
| Scanner | فاحص |
| Extension | فرع |
| Loop Disconnect | قصل الوصلة |
| Common Channel Signalling | قناة إشارة مشتركة |
| Detector (Demodulator) | كاشف |
| Product Detector | كاشف المجموع |

| Main Distribution Frame | لوحة توزيع رئيسة |
|-------------------------|-------------------------------|
| Scanner | - |
| High Group | مجموعة عليا |
| Inlet | مدخل |
| Circulator | مدوّر |
| Signaller | مرقم |
| Duplex | مزدوج |
| Level | مستوى |
| Balanced Modulator | مضمّن متوازن |
| Band Switch | مفتاح نطاق |
| Exchange | مَقْسم |
| Transit Exchange | |
| Packet Exchange | |
| Private Branch Exchange | مقسم فرعي |
| Cross Bar Exchange | مقسم كروسبار |
| Point - to - Point | |
| Discriminator | |
| Locall Call | مكالمة محلية |
| Long Distance Call | |
| Sky Wave | موجة سهاوية |
| Direct Wave | موجة مباشرة |
| Ground Wave | موجة أرضية |
| Conductor | |
| Attenuator | موهّن |
| Paging | النداء |
| Start Tone | |
| Ring Back Tone | النغمة الراجعة |
| Dialing Tone | نغمة ابتداء الترقيم (الحرارة) |
| Frequency Band | نطاق ترددي |
| Facsimile | الناسوخ |
| Door Phone | هاتف الباب |
| Rotary Dial Telephone | |
| Cordless Telephone | هاتف لاسلكي |
| Antenna | هوائي |

| Access Subsystem | |
|------------------------------------|---------------------|
| Data Communication Equipment (DCE) | وحدة اتصال |
| Relay Controller | وحدة تحكم المرحّلات |
| Dialing Unit | |
| Data Terminal Equipment (DTE) | وحدة طرفية |
| Base Station | وحدة ثابتة |
| Hand Held Telephone | وحدة متنقلة |
| Central Processing Unit | وحدة معالجة مركزية |
| Balun | وحدة مواءمة |

Glossary

A

| Abbreviated dialing | ترقيم مختصر |
|------------------------------------|------------------------------|
| Absence message record and display | تسجيل واظهار رسالة لغائب |
| Access subsystem | وحدة الربط والاتصال |
| Active/ Standby | عامل/ احتياط |
| Amplitude modulator | مضمن اتساع |
| Analogue | تمثيلي |
| Asynchronous | غير متزامن |
| Atmospheric Noise | ضجيج الغلاف الجوي سيسس |
| Attenuator | موهن |
| В | |
| Backward | راجع |
| Balanced modulator | مضمّن متوازن |
| Balun | وحدة مواءمة |
| Band switch | مفتاح نطاق |
| Base station | وحدة ثاتبة |
| Brodcast receiver | جهاز استقبال إذاعي |
| Bus | خط مشترك |
| Bus Topology | شبكة الخط المشترك |
| C | |
| Call pickup | أخذ المكالمة الواردة |
| Call transfer | |
| Call waiting | تحدث في اتجاهين |
| Channel associated signalling | نظام الإشارة المصاحبة للقناة |
| Central office line | |
| Central processing unit | وحدة معالجة مركزية |
| Circulator | مدوّر |
| Coding | ترميز |
| Common channel signalling | قناة ترقيم مشتركة |
| Conductor | موصل |
| Control character | حرف تحكم |
| Cordless telephone | هاتف لاسلكي |

| Cradle switch | الغطاس |
|------------------------------------|----------------------------|
| Cross bar exchange | مقسم کے وسیار |
| D | المسلم حروات |
| Data communication equipment (DCE) | وحدة اتصال |
| Data terminal equipment (DTE) | وحدة طفة |
| Data transmission network | شبكة تداسل البيانات |
| De- emphasis | خفض الذروة |
| Demodulator | مضمّن عكسم |
| Detector | حب <i>نان عد</i> ي کاشف |
| Dialing tone | نغ مقالحارة |
| Dialing unit | محدة القق |
| Digital | رة دوه الارتيام |
| Direct wave | و. حة ما شه ة |
| Directional coupler | المالاتحاء |
| Discriminator | الرابط الا عباسي |
| Distributed control | ميرع |
| Door phone | هاتف باد، |
| Dual tone | شاع النفية |
| Duplex | ناني النعمة |
| E | مردوج |
| Elliptical orbit | والمراه أوام |
| Exchange | مدار بیصوی |
| Extension | م م |
| Even | |
| F | روجي |
| Facsimile | : 1-11 |
| Fidelity | |
| Forward | |
| Frequency band | |
| Frequency deviation | نطاق ترددي |
| Frequency modulation | انحراف نرددي |
| G | تصمیل نرددي |
| Generator | |
| Ground wave | |
| | موجه ارصیه |

H

| Half wave dipole | هوائي ثنائي القطب السلسسسسسس |
|-------------------------|------------------------------|
| Hand held telephone | وحدة متنقلة |
| Hardware defects | أعطال معدات |
| Hash | تكرار |
| High group | مجموعة عليا |
| I | |
| Induction coil | ملف تأثيري |
| Inlet | مدخل |
| Intercom system | نظام الاتصال الداخلي |
| Interference noise | ضجيج تداخل |
| International exchange | مقسم دولي |
| Isolator | عازل |
| J | |
| Junction Circuit | دارة وصل |
| L | |
| Level | مستوى |
| Local battery | بطارية محلية |
| Local calls | |
| Load share | |
| Long distance call | مكالمة دولية |
| Loop disconnect | |
| Lower side band (LSB) | |
| Low noise receiver | جهاز استقبال منخفض الضجيج |
| M | |
| Main distribution frame | لوحة توزيع رئيسة |
| Man - made noise | |
| Mesh network | |
| Modulator | مضمّن |
| Monople | أحادي القطب |
| N | |
| Noise | ضجيج |
| Numbering plan | خطة الترقيم |

| 0 | |
|--|---|
| Odd | فردی |
| P | - |
| Packet | حزمة |
| Packet switch | مقسم الحُزم |
| Paging | النداء |
| Parabolic reflector | عاكس صحنى |
| Polarization | |
| Point -to- point | من نقطة إلى نقطة |
| Privat branch exchange | مقسم فرعى |
| Product detector | ** |
| Pulse amplitude modulation (PAM) | |
| Pulse position modulation (PPM) | |
| Pulse width modulation (PWM) | تضمين عرض النبضة |
| Q | |
| Quantization | تكميم |
| R | , |
| Random | fl. * c |
| | حسورتي |
| Register | • |
| Register | خازنخازن |
| | خازنوخازن وحادة تحكم المرحّلات |
| Register | خازنوحدة تحكم المرحّلات النغمة الراجعة |
| Register | خازن |
| Register Relay controller Ring back tone Ring topology Rotary dial telephone S Sampler Selectivity | خازن |
| Register | خازن |
| Register | خازن |
| Register Relay controller Ring back tone Ring topology Rotary dial telephone S Sampler Selectivity Sensitivity Scanner Signaller | خازن |
| Register Relay controller Ring back tone Ring topology Rotary dial telephone S Sampler Selectivity Sensitivity Scanner Signaller Sky wave | خازن |
| Register Relay controller Ring back tone Ring topology Rotary dial telephone S Sampler Selectivity Sensitivity Scanner Signaller Sky wave Start tone | خازن |

| شبكة التوصيل |
|--|
| ${f T}$ |
| التلغراف |
| الأرسال الهاتفي |
| ضجیج حراري فضجیج حراري |
| تجميع بتقسيم الزمن Time division multiplexing |
| مقسم تمرير المكالمات |
| شبکة شجرية (هيکلية) علية) شبکة شجرية الميکلية الميکلية الميکلية الميکلية الميکلية الميکلية الميکلية الميکلية ا |
| U |
| النطاق الجانبي الأعلى اللاعلى |
| \mathbf{W} |
| دليل موجة |

المراجع

- 1- American Radio Relay League. The Radio Amateur's Handbook. 3rd Edition. Newington CT. USA, 1983.
- 2- Dalgleish D.I. An Introduction to Satellite Communications. Peter Peregrinus Ltd. London, 1989.
- 3- Dogan Tugal and Osman Tugal. Data Transmission. McGraw-Hill Book Company. New York, 1982.
- 4- Hiroshi Inose. **An Introduction to Digital Intergrated Communications Systems.** Peter Peregrinus Ltd. London, 1981.
- 5- Howard Gerrish and William Dugger. **Electricity and Electronics.** The Goodheart Willcox Company Inc. South Holland Illions, 1980.
- 6- Michael J. Miller and Syed V. Ahmed. **Digital Transmission System and Networks.** Computer Science Press Inc. Rockville. Maryland. USA, 1988.
- 7- Michael Noll A. An Introduction to Telephones and Telephone Systems. Artech House Inc. Norwood, MA 02062. USA, 1986.
- 8- Roger Freeman. Telecommunications Transmission Handbook. John Wiley and Sons. NewYork, 1980.

انتهى الكتاب بحمد الله

JSPN 111-941213 - 4 الشركة الجديدة للطباعة والتجليد